Les régulations asymétriques dans les marchés énergétiques : efficacité, collusion et financement des coûts échoués

Cédric Clastres

ÉCONOMIE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
ET DE L'ÉNERGIE

Les régulations asymétriques dans les marchés énergétiques

Efficacité, collusion et financement des coûts échoués

Cédric Clastres

mars 2013

Mise à jour : juin 2015

Cahier de recherche EDDEN n° 1/2013 version 2

UMR PACTE - équipe EDDEN
BP 47 - 38040 Grenoble CEDEX 9 - France
1221 rue des Résidences - 38400 Saint Martin d'Hères
Tél.: + 33 (0)4 76 82 56 92 - Télécopie : + 33 (0)4 56 52 85 71
http://edden.upmf-grenoble.fr

Les régulations asymétriques dans les marchés énergétiques : efficacité, collusion et financement des coûts échoués

Cédric Clastres
Université Grenoble Alpes, CNRS, PACTE, EDDEN
BP 47 38040 Grenoble Cédex 9 France

5 juin 2015

Résumé

Les régulateurs ou autorités de concurrence peuvent adopter des régulations asymétriques pour favoriser le développement de la concurrence. Ces régulations obligent l'Opérateur Historique (OH) à rétrocéder une partie de ses approvisionnements à ses concurrents pour favoriser la concurrence sur le marché final. Les régulateurs se doivent de déterminer le montant de capacités rétrocédées ainsi que le prix de rétrocession. Ce faisant, ils peuvent effectivement permettre l'émergence d'une concurrence forcée, en facilitant l'accès pour les concurrents aux capacités de production. Cependant, considérant les investissements lourds en infrastructures, des *stranded costs* peuvent apparaître. Les régulateurs se doivent d'adapter leur politique de régulation afin de maximiser le welfare et de réduire les pertes engendrées. Le succès de cette politique dépend de l'efficacité de l'OH.

Mots Clés : Régulation asymétrique, stranded costs, concurrence forcée, contraintes de capacités

JEL Classification : L13, L51, L97

1 Introduction

L'ouverture à la concurrence des industries de réseaux se réalise en séparant voire déintégrant les différents maillons industriels. Le secteur du transport est une source particulière d'attention du fait de sa position de goulet d'étranglement (*bottleneck*) qui impacte fortement le développement concurrentiel de ces industries. Les nombreuses directives européennes modifiant sa gestion l'attestent (Green, 2007 ; European Commission, 2009a et 2009b). Cependant, un autre secteur devient source d'attention, celui de la production ou de l'accès aux *inputs* (électricité, gaz naturel) revendus sur le marché final concurrentiel. En effet, certains opérateurs connaissent des difficultés à acquérir ces *inputs* à des coûts leur permettant d'être réellement actifs sur le marché. Les raisons peuvent être nombreuses, comme par exemple le manque de liquidité des marchés de gros, la saturation des infrastructures de transport, le délai de mise en place de nouvelles infrastructures de production ou d'importation, la concentration de l'amont ou encore l'efficacité des opérateurs en place ne laissant que peu de place pour une offre concurrentielle supplémentaire.

Cet accès aux *inputs* s'est révélé pour certains marchés européens être une condition nécessaire pour accélérer l'ouverture à la concurrence. A cet effet, certains régulateurs ont décidé de mettre en place des Régulations Asymétriques (RA) pour faciliter la concurrence sur le marché de la fourniture. Schankerman (1996) définit une régulation symétrique comme une régulation qui donne à tous les participants d'un marché les mêmes règles pour se concurrencer et réaliser leur activité. Chacun d'eux doit recevoir les mêmes signaux de prix et tous se doivent de respecter les mêmes obligations et contraintes. Partant de cette définition, une RA se définit comme un ensemble de règles édictées par le régulateur et qui ne s'appliquent qu'à un ou plusieurs opérateurs. Certains acteurs ne sont donc pas soumis aux obligations ou restrictions de ces *packages* réglementaires. L'objectif de ces mesures est de promouvoir la concurrence sur le marché final en augmentant le nombre d'acteurs actifs dans le secteur. Ces nouveaux opérateurs peuvent réaliser leur activité grâce à l'accès facilité aux approvisionnements ou grâce au bénéfice de certaines règles qui les protègent. Ces règles concerne par exemple l'obligation pour un opérateur en place de pratiquer des prix supérieurs à un prix plancher réglementé, de publier ses prix et ainsi permettre aux concurrents de mener des stratégies d'écrémage. D'autres mesures obligent ces mêmes opérateurs à perdre des parts de marché ou à ouvrir à leur concurrent l'accès à leurs ressources, ou encore permettent aux nouveaux entrants de bénéficier de procédures d'exemptions et ainsi de ne pas assurer les missions d'intérêt général ou de service public.

La Commission européenne juge positivement ces mesures car elles permettent de réduire les positions dominantes et d'augmenter le nombre d'acteurs sur les marchés amont et aval (European Commission, 2007). Cependant, aucune de ces décisions formelles ou textes réglementaires n'oblige à appliquer ces mesures. Ces RA ont été mises en place généralement nationalement, par les régulateurs des diverses industries de réseaux. Au regard de ces expériences, seuls les Opérateurs Historiques (OH) sont les cibles de ces RA. Par exemple, dans le secteur des télécommunications, les OH devaient tarifer les services locaux et les appels de longues distances à un prix régulé et publié. Les concurrents pouvaient alors proposer des prix plus faibles pour un même service et ainsi gagner des parts de marché grâce à cette stratégie d'écrémage (Schankerman et Waverman, 1997 ; Perrucci et Cimatoribus, 1997). Sur les marchés gaziers, des régulateurs (Grande-Bretagne, Italie, Espagne, France, Autriche, etc.) ont adopté des mesures de *gas release*. Les OH devaient rétrocéder une partie de leurs approvisionnements contractés à long terme (contrats *Take or Pay*) à leurs concurrents. Le prix de rétrocession pouvait être un prix moyen ou déterminé par un système d'enchères (Clastres, 2005 ; Clastres et David, 2009). Les enchères sont aujourd'hui l'instrument le plus utilisé dans les marchés énergétiques pour allouer plusieurs types de biens, comme les capacités de transport (interconnexions), de stockage ou de production (Yarrow, 2003). Elles constituent un mécanisme efficace pour permettre de révéler les préférences des agents, en l'absence de collusion entre les enchérisseurs, ou peuvent contribuer à limiter les exercices de pouvoir de marché (Newberry, 2003). Dans les marchés énergétiques, les régulateurs peuvent les utiliser pour réduire les asymétries d'information existantes avec les opérateurs régulés ou en position dominante sur le marché (Helm, 2003). Sous certaines conditions, les enchères sont également susceptibles de donner des informations sur les besoins en investissement, notamment lorsque les réseaux sont congestionnés (Newberry, 2003 ; Stern and Turvey, 2003). L'information sur la détermination de la quantité globale rétrocédée par la mesure de *gas release* était moins transparente, la méthode n'étant pas publiée. La seule information était que cette quantité rétrocédée permettait de rendre les concurrents actifs sur le marché. La répartition de cette quantité entre chaque candidat était en revanche publiée et effectuée soit au travers d'une enchère (avec une quantité plafond pour l'achat d'un acteur), soit au prorata des quantités demandées par les candidats. Des objectifs de pertes de parts de marché sont parfois associées à ces rétrocessions et imposées aux opérateurs dominants. Sur les marchés électriques, les OH devaient rétrocéder une partie de leur production à leur concurrent[1] (*virtual power plants*). A titre d'exemples, en Italie, ENEL a été obligée de rétrocéder à ses concurrents 3 700 MW dans le sud de l'Italie et 150 MW en Sicile. En 2002, elle s'est également séparée de 15 100 MW de capacité de production par la vente de trois de ses filiales de production : Eurogen (7 000), Elletrogen (5 500 MW) et Interpower (2 600 MW). En France, EDF a rétrocédé au travers d'un système d'enchères 1 025 MW (736 MW en base, 289 MW en pointe) en septembre 2007. Dans le cadre de la loi NOME, une obligation lui est faite de rétrocéder 25% de sa production nucléaire à ses concurrents au prix régulé de 40€/MWh. Ces sessions peuvent concerner soit des capacités physiques de production (cas de l'ENEL ou de la Californie) ou seulement l'énergie produite ou achetée par contrat, les contrats d'importation/d'achat ou les

[1] En Californie, les OH devaient rétrocéder la propriété totale des centrales de production à leurs concurrents pour satisfaire aux obligations de séparation des activités. Cette mesure a contribué aux problèmes connus lors de la crise de 2003 en facilitant les pouvoirs de marché et la désincitation aux investissements.

centrales de production restant la propriété de l'opérateur rétrocédant. Ces mesures de RA ne doivent cependant pas faire oublier l'importance des investissements en capacité pour sécuriser la fourniture sur un marché. Les deux mesures sont cependant complémentaires et peuvent améliorer significativement le *welfare* (Chaton et al, 2012). Cette observation est corroborée par le fait que ces divers programmes de RA sont limités dans le temps. Ils ne servent qu'à aider provisoirement les concurrents à pénétrer le marché le temps de développer des sources d'approvisionnement propres.

Ces mesures de RA développant une concurrence forcée sont susceptibles d'apporter avec elles des effets négatifs. Les avis sur leur efficacité sont donc partagés, comme nous le verrons dans une deuxième section. En effet, les impacts sur les incitations à la collusion, sur l'efficacité des concurrents et le financement des coûts échoués posent question. La concurrence forcée permet certes au concurrent d'être actif sur le marché. Cependant, elle entraîne l'apparition de *stranded costs* pour l'OH. Dans le secteur électrique, ces coûts échoués se caractérisent par exemple par des centrales de production électriques non utilisées ou uniquement durant des périodes trop courtes par rapport aux coûts subis. Dans le secteur gazier, ces coûts peuvent être liés à des contrats de long terme *Take or Pay* négociés pour servir la totalité de la demande dans la situation de monopole et qui, compte tenu de l'apparition d'un environnement concurrentiel et de nouvelles offres ou services se retrouvent sur dimensionnés. Dès lors, les quantités journalières, mensuelles ou annuelles que l'opérateur doit enlever ou payer, agissent comme des coûts échoués. Ces *stranded costs* doivent être financés et il est parfois optimal pour le consommateur que ce financement soit effectué par le biais de la régulation (Baumol et Siddak, 1995). Nous verrons dans une troisième section que le régulateur peut réduire l'impact de ces *stranded costs* en adaptant sa politique de régulation pour effectuer des transferts du concurrent vers l'OH. Des équilibres théoriques de premier et second rang seront ainsi calculés. Dans une quatrième section, nous introduirons une source alternative d'approvisionnement. Cette dernière modifie cette politique de régulation car le concurrent peut réaliser des arbitrages entre les deux sources d'approvisionnement selon le niveau des prix de chacune. Dès lors, la politique de régulation s'adapte aux possibilités données au concurrent de s'approvisionner auprès d'une autre source. Dans les deux cas, la politique de régulation permet d'atteindre un équilibre pour lequel aucun acteur ne subit de contrainte d'approvisionnement.

2 Régulation asymétrique et concurrence forcée : leçons de la littérature économique

La théorie économique nous permet de dégager deux visions pour analyser la concurrence. La première est d'étudier l'organisation des marchés, les parts de marché et le nombre de concurrents actifs aux côtés d'opérateurs dominants ou *leaders*. La seconde est d'essayer de rendre contestables tous les marchés pour réduire les barrières à l'entrée, liées par exemple à la présence d'un monopole naturel ou d'investissements très capitalistiques (Baumol et al., 1982). Les décideurs européens semblent aborder la concurrence à l'aide d'un mix de ces deux visions. L'un des objectifs de la régulation des industries de réseaux est de rendre les marchés associés contestables. Cependant, la contestabilité d'un marché est à leurs yeux synonyme d'un nombre d'acteurs présents sur celui-ci élevé ou d'un taux de changement de fournisseurs de la part des consommateurs élevés. Une structure monopolistique (structure naturelle de l'activité ou non) n'est pas une situation acceptable pour les autorités, de même qu'un petit oligopole, et ce même si ces entreprises se comportent collectivement pour le mieux.

Cette vision de la concurrence est relayée au niveau des Etats. En effet, de nombreux régulateurs souhaitent augmenter rapidement le nombre d'opérateurs actifs sur leurs marchés respectifs, pour accroître l'offre de service, le choix pour les consommateurs et réduire les possibilités de pouvoir de marché. Pour atteindre ces objectifs, des mesures de RA sont implémentées, comme le *gas release*, les *virtual power plants* ou les pertes imposées de parts de marché.

2.1 Les courants de pensée de la Régulation Asymétrique

Plusieurs auteurs ont étudié les avantages et inconvénients des RA dans les industries de réseaux. L'entrée de nouveaux concurrents sur le marché est toujours observée, la RA pouvant s'interpréter comme un transfert de profit de l'OH vers l'entrant (Abel et Clements, 2001). En revanche, la concurrence, la rentabilité et l'efficacité de l'activité ne sont pas des gains évidents. Une ouverture accélérée des marchés à la concurrence basée sur une RA peut engendrer des effets négatifs, notamment le risque d'entrées de concurrents inefficaces. Ces entrées peuvent impacter négativement la qualité de service ou l'équilibre financier de l'OH, avec l'apparition de *stranded costs* (British Gas a eu des difficultés à satisfaire ses engagements de long terme après la RA décidée au début des années 1990 par l'OFGAS). La menace des stratégies d'écrémage réapparaît (Perrucci et Cimatoribus, 1997), les activités profitables étant ouvertes aux concurrents et l'OH restant généralement chargé des missions de service public (Beesley, 1997 ; Armstrong, 1999 ; Carsberg, 1993).

Deux courants de pensée s'opposent sur ce sujet : les défenseurs de la régulation asymétrique et les tenants de la régulation symétrique (Perrucci et Cimatoribus, 1997).

Les défenseurs de la RA basent leur argumentation sur l'idée que le monopole historique détient des avantages de fait, dus à sa position antérieure. Cette position lui permet de conserver une rente informationnelle (aléa moral) et une certaine protection vis-à-vis des concurrents qui peuvent diminuer son incitation à l'effort. Bien que l'entrant ne soit pas désarmé devant lui[2],

[2] L'entrant possède un large choix de technologies récentes, moins de difficultés de financement d'anciennes infrastructures ou de missions sociales, la possibilité de pratiquer une stratégie d'écrémage.

une RA est nécessaire pour diminuer cette position afin que la concurrence se développe en augmentant les entrées. Le *welfare* s'améliore alors, amélioration pouvant aller jusqu'à la réduction de l'aléa moral et une restauration de l'incitation à l'effort. La RA peut de plus favoriser l'adoption des dernières technologies améliorant la compétitivité et le développement de nouveaux progrès technologiques, en particulier dans le long terme. En effet, les opérateurs, anticipant d'autres entrées, vont chercher les meilleures technologies de production et investir en R&D (Lyon et Huang, 1995).

D'autres argumentent que, bien que reconnaissant l'aspect favorable pour les entrées, la RA entraîne une baisse de l'efficacité. Efficacité productive d'abord car le régulateur est soumis à un problème de sélection adverse et donc au risque de favoriser des entrées inefficaces. Des entrants avec des coûts élevés peuvent pénétrer le marché et proposer un prix plus bas que le monopole qui doit financer certaines missions particulières. Ensuite, le monopole ne peut plus bénéficier des économies d'envergure et peut ainsi se retrouver privé d'un certain retour sur les investissements qu'il a déjà réalisés si l'autorité lui demande de se dessaisir soit d'une partie de sa clientèle, soit d'une activité particulière. L'efficacité allocative peut également se trouver diminuée, des entrants proposant un prix élevé sur une clientèle que l'OH n'a plus le droit de servir. Enfin, les incitations à innover sont affectées par une RA qui favorise l'effet d'imitation pour les entreprises qui ne peuvent ou ne veulent pas se lancer dans des processus de R&D coûteux et aux résultats incertains. Cet effet agit sur le retour financier attendu de la recherche par l'entreprise qui l'a financée, d'où un sous-investissement possible. Cet effet est cependant contesté par Lyon et Huang (1995) pour lesquels une RA permet au contraire de déclencher ces investissements car elle crée pour ses bénéficiaires (entrants) une sorte d'assurance sur l'exclusivité de ce retour.

2.2 La Régulation Asymétrique : des interrogations sur l'efficacité productive et la concurrence

2.2.1 L'accès aux *inputs* et les contrats de long terme

Armstrong (1999) nous indique que la théorie économique n'a pas émis de principes généraux sur la RA, ou la concurrence forcée[3]. Selon le type de barrières auquel les acteurs font face, promouvoir l'entrée peut avoir des effets positifs (éviter à un concurrent de contourner le réseau) ou négatifs (entrées inefficaces, baisse de l'efficience productive,...). Armstrong, Cowan et Vickers (1994) se posent la question de l'accès aux *inputs* et de l'existence de contrats à long terme comme barrières à l'entrée de nouveaux concurrents. Selon ces auteurs, un marché est soupçonné de comporter des barrières à l'entrée lorsqu'un acteur (OH) peut réaliser des profits importants sans provoquer d'entrée. Ils poursuivent en évoquant l'idée que si un marché concurrentiel sur lequel les *inputs* peuvent être échangés existe, alors la question de leur accès ne se pose pas. En revanche, s'ils sont possédés par un OH, alors ce dernier gagne une rente à les détenir mais cela ne constitue pas, à leur sens, une barrière à l'entrée au sens strict.

En ce qui concerne l'existence de contrats à long terme, ces derniers peuvent être considérés comme des barrières à l'entrée dans deux situations :

- si son possesseur refuse de les ouvrir lorsque l'entrant n'a pas accès à des sources d'approvisionnement alternatives ;
- ou s'ils confèrent à leurs détenteurs un droit de préemption sur les nouveaux fournisseurs. La position de monopsone de British Gas vis-à-vis des producteurs de la mer du Nord au début des années 1990 est un bon exemple du problème de concurrence que peut engendrer la présence de tels contrats. Cette idée rejoint celle exposée par Aghion et

[3]Les deux termes renvoient à des considérations similaires. Nous utiliserons cependant le terme de régulation asymétrique plutôt que celui de concurrence forcée car les mesures mises en place sont le plus souvent le fait des régulateurs. Elles seront donc considérées comme des politiques de régulation. Elles sont cependant très liées à des objectifs concurrentiels pouvant être atteints par des politiques de concurrence.

Bolton (1987). Ces derniers concluaient que sur un marché, la signature de contrats réduisait l'accès aux consommateurs pour les concurrents car elle rendait, en quelque sorte, la clientèle captive vis-à-vis de son fournisseur.

2.2.2 Les missions de service public et la part de marché imposée

Armstrong (1999) traite deux façons de favoriser l'entrée de concurrents. La première est le cas d'un entrant dégagé de certaines obligations qui pèsent sur l'OH. L'exemple le plus souvent utilisé est celui du secteur des télécoms et des obligations de service universel.

La seconde est celle d'une part de marché maximale imposée par le régulateur à l'opérateur en place considéré comme détenant une position dominante. L'OH doit délaisser une partie de sa clientèle, mais comment choisir celle qui va être concernée ? Plusieurs problèmes apparaissent ici, outre celui du caractère forcé de délaisser une clientèle qui n'avait pas naturellement l'intention de changer de fournisseur.

D'abord, la dominance par l'observation de la part de marché est toujours difficile à établir. La situation de départ étant celle d'un monopole naturel, certaines parts de marché vont être élevées par définition. Par conséquent, les décisions prises à l'encontre d'un opérateur, visant à prévenir tout comportement anticoncurrentiel, en regardant uniquement les parts de marché et les indices de concentration associés (HHI, CR_n) pourraient s'avérer biaisées. Certains auteurs remettent en cause l'utilisation des seuls indicateurs de concentration pour juger du degré de concurrence d'un marché (Bremberger et al., 2012). Par exemple, lorsque l'élasticité de la demande résiduelle est faible, alors les acteurs, indépendamment de leurs parts de marché (faibles ou élevées), sont incités à exercer un pouvoir de marché. Cette incitation dépend cependant de leur position sur le marché (vendeur net ou acheteur net) et elle est d'autant plus forte qu'ils sont vendeurs nets (Borenstein, 2002).

Ensuite, la notion de marché pertinent apparaît ici importante (dès lors que l'on parle de parts de marché) pour orienter les décisions du régulateur.

Selon la définition du marché pertinent que l'on adopte, la part de marché peut varier et, paraissant importante sur un marché, peut se retrouver faible par rapport à celle d'autres concurrents qui interviennent sur les mêmes marchés[4]. L'introduction de cette notion augmente toutefois la complexité de l'analyse, notamment en raison de la difficulté à le définir.

Enfin, selon le type de clients délaissés par obligation, deux effets opposés sont observables. Le premier est le *reverse cherry picking*, c'est-à-dire que l'OH garde les clients rentables et délaisse les moins rentables. Le second est l'écrémage (*cream-skimming*), cas dans lequel l'entrant se positionne sur les parties les plus rentables de l'activité. Une part de marché imposée peut également favoriser l'entrée d'entreprises inefficaces, qui n'auraient pas pénétré le marché sans une RA. Les rôles de surveillance et de contrôle du régulateur pour l'octroi de licences et d'autorisations d'exploitation sont alors primordiaux.

D'un point de vue plus théorique, l'introduction d'une contrainte sur les parts de marché d'un opérateur ne favorise pas de façon intuitive une concurrence saine entre opérateurs, bénéficiant aux consommateurs. Breton et Zaccour (2001) ont étudié les effets d'une contrainte sur les parts de marché d'un opérateur à l'aide de modèles oligopolistiques de type Cournot ou Stackelberg. La contrainte est appliquée à l'opérateur le plus efficace. La demande qui s'adresse sur le marché est supposée linéaire et les fonctions de coûts quadratiques. Ces spécifications rendent possibles l'analyse en terme de bien-être de l'effet de la contrainte par rapport à une concurrence oligopolistique libre. Ils concluent que la contrainte est néfaste pour les consommateurs car elle conduit à une baisse des quantités vendues et à une augmentation des prix, laquelle implique une baisse de leur surplus. Du point de vue des opérateurs, celui qui subit la contrainte voit ses profits diminuer alors que ceux de celui qui en bénéficie augmentent. Cette contrainte agit comme une récompense vis-à-vis de celui qui en bénéficie, comme une punition pour celui qui la subit,

[4] Cela dépend notamment si l'on ne prend que l'espace du produit, ici le gaz ou l'électricité, ou l'espace des produits avec lesquels ils sont en concurrence sur leurs usages, fioul, gaz ou électricité.

tout ceci aux dépens des consommateurs. Polo et Scarpa (2003) analysent la rétrocession comme un simple transfert de capacités et de profits de l'OH vers l'entrant. Ils notent que cela ne permet pas un accroissement du bien-être des consommateurs car cette mesure ne restaure pas l'incitation à la concurrence.

2.2.3 La Régulation Asymétrique et la baisse de l'efficience productive

La littérature économique discerne deux grandes formes d'efficience. La première, l'efficience allocative, est la vente d'une quantité de biens à un prix reflétant le coût marginal de fourniture de cette quantité. La seconde, l'efficience productive, est la production d'une gamme de produits ou de services donnée au coût le plus bas possible (Schankerman, 1996).

Les auteurs sont tous d'accord sur le fait qu'une RA favorise les entrées. Ils soulignent cependant les effets négatifs qu'elle amène avec elle et notamment les entrées inefficaces possibles induisant une baisse de l'efficience productive (investissements inefficients, augmentation des prix[5], écrémage). Les politiques publiques ne permettent ensuite pas systématiquement de recouvrer l'efficacité (Crampes et Hollander, 1995).

Beesley (1997) évoque la possibilité de favoriser les entrées dans les marchés où les contraintes sont fortes. Pour arriver aux objectifs de concurrence fixés, l'une des conditions est de regarder et prédire les changements technologiques futurs et l'évolution des conditions du marché à venir. Si cette évolution est favorable[6], alors la RA risque d'être inutile et coûteuse, entraînant des effets irréversibles[7].

[5] L'entrant moins efficace doit recouvrer ses coûts et obtenir un taux de rentabilité suffisant une fois qu'il est entré.

[6] Les investissements sont réalisés pour réduire l'effet "goulet d'étranglement".

[7] Une fois que l'entrée inefficace s'est produite, il sera nécessaire, durant un certain temps, de s'en accommoder, accommodation qui peut conduire à une augmentation des coûts de la régulation.

Schankerman (1996) construit son argumentation sur l'idée qu'une Régulation Symétrique (RS) est toujours préférable à une RA sauf si :

– un comportement anticoncurrentiel de la part de l'OH est démontré.

– si c'est le moyen le moins coûteux pour introduire la concurrence.

Il note également qu'une régulation doit être stable de façon à ce que les prévisions d'investissements puissent être faites dans un contexte le plus certain possible. Le caractère temporaire d'une RA ne favorise généralement pas cette stabilité. Il montre également que favoriser les entrées peut conduire à un équilibre de duopole difficile à modifier par la suite et entravant la marche vers un marché de plus en plus concurrentiel.

Carsberg (1993) souligne le risque d'écrémage et la nécessité pour les entreprises qui pénètrent le marché de respecter un certain critère d'efficacité. Dans le cas d'une RA, il faut faire rentrer plusieurs entreprises afin que celles-ci ne se sentent pas trop protégées et éviter les comportements collusifs. Ce risque de collusion a été étudié et mis en évidence entre autres par Green et Newberry (1992) pour le marché électrique. En favorisant le développement de marchés spot (donc de la concurrence), les acteurs qui y agissent ont tendance à s'entendre et à pratiquer un prix supérieur à celui qui résulterait de la simple confrontation de l'offre et de la demande. Ce phénomène est amplifié lorsque la concurrence sur les marchés s'effectue sous contraintes de capacité de production (Crampes et Créti, 2005). Cependant, limiter les entrées peut s'avérer nécessaire si le marché ne devient profitable pour aucune entreprise au-delà d'un certain nombre d'intervenants (Armstrong, 1999), la baisse de la productivité de l'activité constituant un facteur aggravant de collusion.

Abel et Clements (2001) utilisent un modèle économétrique pour étudier les effets d'une RA sur le nombre d'entrées. La corrélation entre ces deux variables est positive mais elle n'est pas la seule à expliquer ces entrées. En effet, les conditions de demande, les opportunités de profits et les conditions de coût jouent également un rôle important dans le mécanisme d'entrée. Par conséquent, plusieurs variables jouent et la RA n'est pas le seul moyen de permettre des entrées. Ils mettent, comme les auteurs précédents, en garde contre les inefficacités engendrées par une concurrence artificielle.

2.2.4 La Régulation Asymétrique et l'asymétrie de coût

Schankerman et Waverman (1997) comparent les performances d'un marché régulé symétriquement ou non régulé avec celles d'un marché où une RA est introduite. Des pertes d'efficacités allocative et productive peuvent être observées, avec des incitations à l'innovation qui se réduisent lorsque les entreprises sont régulées différemment. Ce travail théorique permet donc de comparer les coûts et les bénéfices d'une RA par rapport à un marché sans restriction. L'asymétrie de coût entre les firmes va être une variable déterminante de cette comparaison car elle va jouer fortement sur les bénéfices et les probabilités d'entrées. Les auteurs montrent que plus le degré d'asymétrie en termes de coût est fort, plus les performances d'un marché non régulé, ou régulé de façon symétrique, sont importantes. En effet, les entrées qui se produisent dans ce cas sont celles qui sont socialement désirables et économiquement rentables. Les entrants sont plus efficaces, ce qui rend le marché plus performant. En revanche, sur un marché régulé asymétriquement, plus les asymétries de coût et d'information sont importantes, plus les chances de faire rentrer sur le marché une entreprise inefficace sont élevées. L'acquisition d'information s'avère une condition nécessaire à l'amélioration du bien-être collectif.

Les deux auteurs montrent donc qu'il existe une relation positive entre les performances d'un marché régulé symétriquement et l'asymétrie en termes de coût. Un traitement équitable accroît la probabilité d'entrées efficaces. A contrario, une RA augmente la probabilité d'entrée d'une entreprise inefficace, d'autant plus si les asymétries de coût entre opérateurs et d'information entre le régulateur et les entrants sont importantes. Pour éviter de détériorer la situation, les coûts liés à la régulation vont augmenter pour acquérir la meilleure information possible afin de ne permettre que des entrées ayant un effet bénéfique sur le bien-être collectif[8].

2.2.5 La Régulation Asymétrique et l'incitation à investir et innover

Une RA réduit la stabilité de l'environnement dans lequel opèrent les entreprises énergétiques. En effet, les investissements à réaliser sont en général lourds et s'étendent dans la durée. Leur prévision s'effectue relativement à l'avance et, pour cela, la lisibilité de long terme joue un rôle important. Celui-ci l'est d'autant plus que la logique structurelle de ces marchés est complexe et en perpétuelle évolution (Finon et Perez, 2008 ; Glachant et Perez, 2010). En situation de monopole public réglementé avec une *essential facility*, le monopole faisait peser le coût de ces investissements sur l'ensemble de ses clients, en utilisant des subventions croisées pour amortir les non-rentables. De plus, comme il savait que toute la demande lui serait adressée, l'environnement dans lequel il opérait était relativement stable. La logique d'investissement dans un environnement concurrentiel est sensiblement différente, l'aspect « rentabilité » de l'investissement jouant un rôle croissant et la fonction de bien-être collectif se modifiant.

Dans un univers de concurrence imparfaite, les investissements peuvent vite devenir stratégiques en donnant un avantage à celui qui les réalise[9] et obliger les autres concurrents à réagir (Smeers, 1997). Ces entreprises interviennent désormais dans un univers concurrentiel (plus ou moins parfait) et régulé, où les prix peuvent être fixés hors marché, fluctuer, au même titre que la demande qui s'adresse à elles. L'univers est donc moins prévisible que le précédent, les régulations rajoutant une incertitude dans les prises de décision.

Pour Schankerman (1996), les régulateurs doivent établir des règles stables

[8] Cette meilleure information permet d'éviter l'absence d'entrée lorsque celle-ci est désirable, trop d'entrées qui pourraient nuire à la profitabilité de l'industrie, et de réduire la probabilité d'une mauvaise sélection des candidats.

[9] Ces avantages peuvent prendre la forme d'accès aux infrastructures de transport ou à la ressource privilégiés.

encadrant la concurrence le plus tôt possible pour s'assurer des modèles d'entrées et d'investissements efficaces. Une RA envoie un mauvais signal de rentabilité qui pourrait induire des investissements ne reflétant pas les véritables besoins. Elle crée des protections pour des entrées efficaces d'un point de vue privé mais inefficaces socialement.

Schankerman et Waverman (1997) pensent qu'une RA entraîne une perte d'efficience productive, ce qui conduit à un sous-investissement en termes de R&D, donc à une baisse de l'incitation à l'innovation. Leurs niveaux s'avèrent alors sous-optimal d'un point de vue social, affectant le développement futur de l'industrie.

Cette pensée a priori peut être contrebalancée par l'aspect « protection de l'entrant » que revêt une RA[10]. En effet, celui-ci sait que l'OH est le seul à subir certaines contraintes. S'il innove, ces contraintes peuvent empêcher l'OH de l'imiter et il sera seul à bénéficier des effets positifs de l'innovation le temps de la RA (Lyon et Huang, 1995). Son incitation sera d'autant plus importante que la RA contraindra l'OH. La probabilité que l'entreprise qui innove bénéficie d'effets positifs (réduction de son coût) est également un facteur important dans la décision d'innover. Cette RA peut donc permettre de déclencher l'innovation, rassurant les investisseurs sur la distribution des gains futurs.

Une RA peut se justifier pour briser des schémas d'attente et lancer les investissements. En effet, l'entrant, se sentant protégé en cas de RA, va avoir une incitation supplémentaire à innover car il sait que l'OH va être soumis à des contraintes et qu'il ne pourra exploiter le bénéfice de cette innovation (imitation) que plus tardivement. Dans certains cas, une innovation peut n'être profitable pour la collectivité que si une seule entreprise prend l'initiative. A partir du moment où plusieurs innovent, l'effet positif est gommé par l'effet négatif sur la répartition des bénéfices.

[10] Carsberg (1993) et Armstrong et al. (1994) mettent en garde contre une telle protection, Armstrong (1999) contre trop d'entrées.

2.2.6 Commentaires et conclusions

La théorie économique ne permet pas d'établir de principes généraux sur les effets bénéfiques ou néfastes d'une RA. Elle peut être coûteuse et inutile si les évolutions du marché sont favorables à l'entrée de nouveaux concurrents et à l'émergence de nouvelles sources d'approvisionnement (Beesley, 1997). Au contraire, elle peut contribuer à un développement accéléré du marché et des facteurs favorisant la concurrence en déclenchant des investissements de la part des bénéficiaires de cette régulation (Lyon et Huang, 1995). Tous les auteurs sont cependant d'accord sur le fait qu'une RA favorise les entrées. Elle crée des opportunités de profits qui n'existaient pas auparavant, aussi bien pour des opérateurs efficaces qu'inefficaces, et permet aux concurrents de bénéficier d'avantages[11]. Selon Armstrong (1999), ces avantages seraient une dispense d'assurer certaines obligations (la sécurité d'approvisionnement) ou de profiter d'une part de marché imposée à l'OH. Cette dernière mesure crée une obligation de délaisser une clientèle, d'où des stratégies d'écrémage ou de *reverse cherry-picking* possibles. Certains auteurs mettent en garde contre les objectifs de perte de parts de marché et l'observation des parts de marché pour conclure à une position dominante (Borenstein, 2002 ; Bremberger et al., 2012) et notent que les effets sur les consommateurs ne sont pas forcément positifs (Breton et Zaccour, 2001). De plus, une condition de succès d'une RA est non seulement de faire entrer des entreprises efficaces, mais aussi en nombre suffisant pour limiter voire éviter les comportements stratégiques et collusifs qui pourraient découler de cette régulation (Carsberg, 1993).

Une régulation symétrique permet de conserver l'efficacité productive et améliore les performances du marché, en particulier lorsque les asymétries de coûts entre les opérateurs sont importantes (Schankerman et Waverman, 1997). Elle est souvent préférable à une RA sauf si un comportement anti-concurrentiel est observé ou s'il n'existe pas de moyens moins coûteux socia-

[11] Ces avantages se mesurent en termes d'approvisionnements disponibles, d'une partie de la demande rendue disponible aux nouveaux acteurs, ou une exemption pour des opérateurs d'assurer des obligations de service public ou universel.

lement pour introduire une concurrence (Schankerman, 1996). Selon Armstrong et al. (1994), la possession d'un *input* n'est pas a priori une barrière à l'entrée, ou sous-jacente à un comportement anticoncurrentiel. Elle confère simplement une rente à celui qui le possède. Si ces *inputs* sont associés à des contrats de long terme, alors ils peuvent conduire à des mesures de RA si leur propriétaire refuse de les ouvrir alors que ses concurrents n'ont pas accès à l'*input* ou s'ils lui procurent un droit de préemption sur les fournisseurs. Les expériences empiriques de *gas release* montrent que, le plus souvent, ces mesures ont été adoptées dans l'attente d'un développement des infrastructures de transport et d'importation ainsi qu'à la suite de l'observation de la couverture totale de la demande par des contrats de long terme.

Les effets négatifs d'une RA sur les investissements, en raison de son caractère temporaire, ne sont pas certains. Une régulation stable et symétrique permet de s'assurer des investissements et des entrées efficaces (Schankerman, 1996 ; Schankerman et Waverman, 1997), en particulier en cas d'asymétries informationnelles entre le régulateur et les nouveaux entrants. Ces problèmes d'asymétrie d'information (Laffont, 1992) se doivent d'être traités avec des systèmes incitatifs[12] ou de transferts entre agents. Ces arguments sont contrebalancés par l'aspect "protection de l'entrant" que revêt une RA et qui peut jouer comme déclencheur à la construction de nouvelles infrastructures. L'incitation dépendra alors des coûts liés à la recherche et au développement de l'investissement lui-même. Si ces derniers sont faibles, alors toutes les entreprises vont investir. S'ils sont forts, alors les situations d'attente vont être la règle. La RA peut alors débloquer la situation en permettant à certains opérateurs un taux de rentabilité « garanti » pour leurs investissements. S'ils sont dans des valeurs de coûts intermédiaires, alors un ou plusieurs opérateurs peuvent trouver bénéfique d'investir. A ce stade, la

[12] Avec un système de contrats de régulation (Baron et Myerson, 1982), l'opérateur est incité à révéler ses vrais coûts. Le régulateur peut lui laisser une rente informationnelle plus faible, réduisant ainsi le coût pour la société. Pour un contrat optimal d'incitation avec asymétrie d'information, se référer à Laffont et Martimort (2002). Pour une étude sur les accès régulés à une *essential facility* avec information complète et asymétrique, se référer par exemple à Foros et al. (2002).

probabilité de bénéficier seul, ou dans une proportion importante, des effets positifs de l'investissement joue un grand rôle. En Italie, par exemple, le fait que le régulateur favorise l'accès des nouvelles infrastructures aux opérateurs les ayant financées incite certainement les nouveaux acteurs à investir, sachant qu'ils retireront un bénéfice de ces investissements. Plus généralement en Europe, les procédures d'exemption associées aux nouveaux investissements jouent le même rôle. Une RA peut donc déclencher les investissements en cas de schémas d'attente. Ces observations vont à l'encontre de l'argumentaire sur l'incertitude engendrée par une régulation temporaire et changeante et la nécessité d'une lisibilité de long terme pour programmer les investissements lourds et coûteux à mettre en œuvre. Il est toutefois difficile de conclure de façon tranchée sur le rôle déclencheur de la RA. Cet effet est observé dans le cas où l'entrant, se sentant protégé, prend la décision. Cet effet déclencheur peut alors être source d'effets négatifs d'un point de vue social si plusieurs entreprises investissent alors qu'il était socialement préférable et profitable qu'une seule le fasse (cas d'une *essential facility* ou de sous-additivité des coûts). L'information du régulateur sur les bénéfices de l'investissement est alors un élément important lorsqu'il décide d'appliquer une RA. L'une de ses missions est de s'assurer que les investissements entrepris sont socialement désirables d'un point de vue collectif.

2.3 Les marchés énergétiques : une concurrence avec contraintes de capacité

Une mesure de rétrocession de capacités est généralement adoptée par les régulateurs pour deux raisons : réduire la position dominante d'un acteur sur le marché et faciliter l'entrée de concurrents qui seraient bloqués par un accès réduit à la ressource. D'un point de vue théorique, cette question peut être étudiée grâce à une concurrence oligopolistique avec une contrainte sur les *inputs* des opérateurs. Ces acteurs ne peuvent produire et donc vendre les quantités qu'ils désirent, limitant l'accès au marché et la profitabilité de l'entrée. Sans accès aux *inputs*, leur crédibilité en tant que fournisseurs alternatifs est affectée. La rétrocession permet de relâcher ces contraintes avec un accès facilité à l'*input* à des coûts leur permettant généralement d'être actifs sur le marché. Cependant, dès lors qu'un des acteurs est contraint, ou lorsqu'il existe des asymétries d'information sur les coûts ou les capacités des concurrents, les prix seront supérieurs aux coûts marginaux, laissant se dessiner des perspectives de profit (Spulber, 1995 ; Kreps et Scheinkman, 1983).

2.3.1 Concurrence à la Bertrand et contraintes de capacités

L'une des hypothèses principales de Bertrand, amenant au paradoxe, est que chaque firme peut satisfaire à elle seule toute la demande qui s'adresse au marché. Edgeworth, en 1897, a été le premier à s'intéresser à cette hypothèse par le simple constat que les entreprises ne pouvaient pas vendre plus que ce qu'elles n'étaient capables de produire (Tirole, 1993). Dès lors, elles sont susceptibles de réaliser des profits positifs en proposant des prix supérieurs à leur coût marginal et en adoptant différentes stratégies d'équilibre liées à l'existence d'une demande résiduelle. En effet, les consommateurs ne vont pas tous pouvoir s'approvisionner auprès de l'entreprise qui propose le prix le plus faible et vont subir des schémas de rationnement (Tasnadi, 1999 ; Davidson et Deneckere, 1986). Dès lors, avec contrainte de capacité et rationnement, il n'existe plus d'équilibre en stratégie pure. Les opérateurs sont incités à servir la demande à un prix supérieur à leur coût marginal ou alors à proposer un prix de monopole sur la demande résiduelle (Levitan et Shubick, 1972). Un revirement important de cette littérature a été l'article de Kreps et Scheinkman (1983). Les auteurs montrent qu'un jeu concurrentiel "à la Bertrand" à deux étapes, avec choix des capacités de production et concurrence en prix sur le marché aval, peut être traité comme un jeu simultané de type Cournot. Pour cela, ils utilisent un modèle de duopole symétrique, produisant un bien homogène, à deux étapes. Les entreprises, à la première étape, déterminent indépendamment leurs capacités de production. A la deuxième étape, chacune des deux entreprises connaissant les capacités choisies par sa concurrente, se lance dans une concurrence en prix. Le rationnement des consommateurs est supposé efficace. L'équilibre obtenu est alors un équilibre en stratégie pure. Chaque entreprise a intérêt à nommer les capacités Cournot et le prix Cournot. Davidson et Deneckere (1986) reprennent cette idée mais concluent que, en prenant un schéma de rationnement proportionnel, ce n'est plus forcément l'équilibre de Cournot qui émerge du jeu mais un équilibre plus concurrentiel.

2.3.2 Contraindre sa capacité de production : une stratégie volontaire

La limitation volontaire de capacités de production est une stratégie qui permet d'atteindre deux objectifs. Le premier est qu'en limitant ses capacités, l'entrant peut espérer que l'OH adoptera un comportement moins hostile à son égard que ce qu'il aurait été en cas de concurrence plus féroce (Gelman et Salop, 1983). L'entrant, en limitant volontairement ses capacités, rend crédible un engagement de ne servir qu'une petite partie de la demande une fois entré. Cette stratégie conduit l'OH à accepter son entrée, évitant une guerre des prix et lui permettant de satisfaire la demande résiduelle avec des opportunités de profit positif.

Le second objectif est de pouvoir agir sur les prix en retenant une partie de sa production (Crampes et Creti, 2005)[13]. Les opérateurs cherchent à éviter une concurrence à la Bertrand, néfaste pour au moins l'un d'entre eux en cas d'asymétrie de coût, et pour tous en cas de symétrie de coût. Chacun est incité à retenir une partie de sa capacité, d'autant plus si le jeu est répété. Toute la demande est servie mais à un prix plus élevé, d'où une forme de collusion implicite entre les différents opérateurs (Polo et Scarpa, 2003).

Une entrée peut donc s'avérer inefficace pour accroître le degré de concur-

[13] Des opérateurs de taille importante peuvent avoir une autre stratégie. En effet, ils peuvent être incités à saturer leurs capacités de production pour laisser moins de place à leurs concurrents sur le marché final et exercer ensuite un pouvoir de marché (Smeers, 1997). Cette stratégie a été observée sur certains marchés gaziers qui ont été ensuite soumis à un *gas release* (Italie, Espagne).

rence car l'entrant peut être incité à laisser le monopole agir sur un marché et lui ne servir qu'une faible demande résiduelle (Gelman et Salop, 1983 ; Levitan et Shubick, 1972).

2.3.3 Les risques de collusion

Les régulateurs recherchent par l'introduction d'une mesure de RA à favoriser la concurrence en augmentant le nombre d'entreprises sur le marché. Cette augmentation du nombre peut entraîner une baisse des profits et donc de la rentabilité de l'activité. Cette diminution est un critère aggravant les phénomènes de collusion. Cette RA crée un lien entre les opérateurs, impacte leurs capacités de production, leurs parts de marché et le coût des *inputs*. L'impact sur les capacités de production est le plus sensible. La généralité veut que le risque de collusion soit plus grand dans un marché symétrique qu'en cas d'asymétries sur les capacités de production (Penard, 1997 ; Ivaldi et al., 2003a). Compte et al. (2002) concluent que l'asymétrie rend la collusion plus difficile lorsque les capacités de production agrégées sont limitées, la favorise lorsque ces capacités sont supérieures à la taille du marché. Bernheim et Whinston (1990) montrent que sans contrainte sur les capacités de production, alors la collusion est d'autant plus probable que les coûts et les parts de marché sont symétriques. La présence des mêmes entreprises sur plusieurs marchés renforce les possibilités de collusion car, même si la déviation est plus rentable, la punition s'étendant sur plusieurs marchés compense cette rentabilité en étant nettement plus sévère. Fraysse et Moreaux (1985), dans un jeu « à la Cournot » sans contrainte où les entreprises font face à des coûts fixes, montrent que la collusion peut être soutenable même si le jeu est à horizon fini. La durée limitée d'une RA n'est donc pas forcément source d'incitation à dévier d'un équilibre collusif. Brock et Scheinkman (1985) montrent que les seuils de soutenabilité de la collusion, les prix et profits de collusion varient de façon non monotone par rapport au nombre de firmes. Lorsque les capacités sont proches de celles du monopole ou que le nombre de firmes est faible, les gains liés à la déviation sont supérieurs aux pertes liées aux profits de punition encourus par la suite. Le facteur de soutenabilité est élevé car l'entreprise déviante doit avoir une forte préférence pour ses revenus futurs afin de ne pas dévier. Lorsque les capacités ou le nombre de firmes augmentent, alors les firmes ont un pouvoir de punition qui s'accroît. Le gain occasionné par une déviation est certes plus important mais la punition est plus crédible. Le seuil de soutenabilité de la collusion est donc plus faible car dévier entraîne une forte punition. Lorsque les capacités ou le nombre de firmes sont très élevés, alors la punition en cas de déviation est maximale par le retour aux profits du paradoxe de Bertrand. L'incitation à dévier réapparaît par l'augmentation du seuil de soutenabilité de la collusion car, même si le profit de punition est maximal, la part de marché en cas de collusion est tellement faible que la déviation est profitable. Haskel et Martin (1994) notent que les contraintes de capacités et la concentration de l'industrie sont corrélées positivement. La concentration a un effet positif sur les marges qui augmentent et facilitent les ententes implicites. Indirectement, les contraintes de capacités, en influençant la structure de l'industrie, permettent donc aux entreprises qui interviennent sur le marché d'augmenter leurs marges. Ils ajoutent que les contraintes de capacités peuvent être volontaires car il existe une relation positive entre ces dernières et les profits des firmes. Les comportements collusifs sont susceptibles d'apparaître surtout lorsque les jeux sont répétés (Crampes et Creti, 2005) ainsi que lorsque des contraintes sont présentes (Green et Newberry, 1992). A l'aide d'un modèle où des opérateurs symétriques proposent des couples (prix, quantités) sur un marché, Green et Newberry (1992) montrent, comme Crampes et Creti (2005), que les opérateurs cherchent à éviter par tous les moyens une trajectoire concurrentielle instable, où l'élasticité de la demande par rapport au prix est élevée. Ils ont donc une forte incitation à aller vers un équilibre collusif de type Cournot, plus stable. L'introduction d'une contrainte de capacités réduit l'espace des stratégies des opérateurs et augmente donc cette incitation. L'écart entre le prix et le coût marginal est plus élevé que dans le cas non contraint, notamment en raison d'un coût d'opportunité lié à la contrainte.

Lorsque les capacités sont asymétriques, les conclusions des différentes études ont été plutôt en faveur d'une collusion difficile à tenir car le seuil minimal du facteur d'actualisation augmente[14].

2.3.4 Commentaires et conclusions

Les régulateurs observent que les accès pour de nouveaux concurrents aux *inputs* à prix compétitifs sur les marchés énergétiques restent un frein au développement de la concurrence. Les RA, rétrocession de capacités ou part de marché imposée, se développent pour accélérer ce développement. Cette mesure aura deux effets : augmenter les disponibilités en *inputs* du concurrent, mais également diminuer celles de l'OH. Adossés à des objectifs de pertes de parts de marché, deux impacts sur les consommateurs peuvent être observés. Le premier est un impact négatif sur le surplus de ces derniers si l'OH reste plus efficace que le concurrent. La contrainte bénéficie aux concurrents par un transfert de profit de l'OH vers ces derniers (Breton et Zaccour, (2001)). Ce profit n'aurait pas existé sans ces contraintes car l'inefficacité de l'entrant ne lui permettait pas de pénétrer le marché et d'y réaliser un profit positif. Le second est en revanche un impact positif si l'entrant est plus efficace que l'OH et cherche à devenir une réelle alternative d'approvisionnement à l'OH. Il bénéficie d'une mesure favorable prise par le régulateur qui lui permet de pénétrer le marché et de séduire une certaine partie de la clientèle. Ce faisant, il peut chercher des alternatives d'approvisionnement plus sereinement sachant qu'il est présent sur le marché. Les investissements sont susceptibles d'être facilités puisque la mesure de régulation asymétrique lui assure une demande pour une durée fixée. Les observations empiriques étayent ces arguments pour les investissements gaziers. En effet, de gros investissements dans les infrastructures de transport et de production de gaz ont été entrepris dans les pays où les opérateurs ont été soumis à des régulations asymétriques, à

[14] Se référer à Lambson (1995) pour une asymétrie faible, Davidson et Deneckere (1984, 1990) et Penard (1997) pour des marchés duopolistiques.

la suite de la pénétration du marché facilitée pour des concurrents mais également de la demande en gaz croissante, entre autres pour la production d'électricité.

L'introduction d'une mesure de rétrocession d'*inputs* introduit une contrainte sur les quantités que peut vendre le concurrent. Au vu de la croissance de la demande et des approvisionnements limités notamment par les capacités de transport, l'OH peut lui aussi être soumis à des contraintes sur ses capacités. Dès lors, le système de concurrence peut être représenté par un modèle de concurrence oligopolistique avec des capacités limitées sur l'un voire plusieurs opérateurs. Ces contraintes sur les capacités ne permettent d'avoir des équilibres de prix en stratégies pures que lorsque les capacités sont très faibles ou très élevées pour tous les joueurs. Dès que l'un des joueurs est contraint alors que l'autre peut jouer sa fonction de meilleure réponse, les équilibres en stratégies pures n'existent plus. La maximisation des profits conduit tour à tour, et en fonction du prix nommé par le concurrent, à proposer un prix inférieur pour servir toute la demande ou un prix supérieur pour servir la demande résiduelle. Ces stratégies d'équilibre mixte en prix sont comprises dans un intervalle de prix qui est borné, supérieurement par les prix Cournot (capacités faibles) et inférieurement par les prix Bertrand (capacités élevées)[15]. En introduisant une étape de choix de capacités, sous un rationnement efficace, il est possible de ne dégager qu'un seul type d'équilibre en stratégie pure. Il s'agit de celui pour lequel les capacités construites sont celles de Cournot et de nommer ensuite un prix Cournot (Kreps et Scheinkman, 1983). Sous un rationnement proportionnel, l'équilibre d'un tel jeu est plus concurrentiel et conduit à la construction de capacités asymétriques. Si le choix des capacités est exogène, alors l'entreprise qui dispose des capacités les plus importantes va choisir une stratégie de prix telle qu'elle réalise un profit de "leader" de Stackelberg.

En présence de contraintes, la rétention de capacité peut s'avérer une stratégie optimale. Cette limitation volontaire de capacités peut alors biaiser

[15]Se référer à Levitan et Schubick (1972) ou Davidson et Deneckere (1986) pour un rationnement de type proportionnel.

l'observation de la part du régulateur du mode de concurrence. Les acteurs peuvent limiter volontairement leur offre, soit pour manipuler les prix sur le marché (Crampes et Creti, 2005), soit pour pouvoir entrer en minimisant la réaction hostile de l'opérateur en place (Gelman et Salop, 1983). L'effet positif d'une RA sur la concurrence risque alors d'être limité, les acteurs préférant se retrouver chacun en situation de monopole sur une partie du marché plutôt que de risquer une concurrence destructrice. L'introduction d'une rétrocession de capacité ne change pas ces motivations car il ne constitue qu'un transfert de capacités d'une entreprise vers une autre (Polo et Scarpa, 2003). La dé-intégration des entreprises intégrées (régulation et développement du transport) et le développement d'un marché de gros liquide sembleraient être plus propices au développement d'une concurrence saine.

Le régulateur, en cherchant à favoriser les entrées et la concurrence, peut augmenter les risques de collusion. En effet, la vente de capacités de production par un opérateur à ses concurrents est susceptible d'engendrer des phénomènes de collusion, phénomènes qui n'étaient jusqu'alors pas observés (Ivaldi et al., 2003b). Généralement, la concurrence avec capacités de production symétriques conduit à une collusion soutenable (Penard, 1997 ; Ivaldi et al., 2003a). Les marchés énergétiques sont déjà porteurs d'incitations à la collusion, ce n'est ce que par l'intervention sur plusieurs marchés des opérateurs (Bernheim et Whinston, 1990). Conserver des niveaux d'asymétrie contribuerait à réduire cette incitation (Compte et al, 2002). A côté de ce constat, le nombre d'entreprises agissant sur un marché peut également être un facteur aggravant la collusion. Lorsque les capacités ou le nombre de firmes sont faibles ou intermédiaires, alors la collusion est soutenable. Si le nombre de firmes est élevé ou si les capacités sont importantes, même si les profits de punition sont maximaux, la collusion n'est pas soutenable car les parts de marché en cas de collusion sont trop faibles. Pour soutenir la collusion, il faut donc un prix collusif plus faible que celui de monopole pour augmenter ces parts de marché (Brock et Scheinkman, 1985). Cette conclusion irait dans le sens d'une augmentation du nombre d'acteurs sur le marché (Ivaldi et al.

2003a).

Des cessions d'actifs lors d'une fusion augmentent la collusion car elles augmentent ce pouvoir de punition et réduisent l'incitation à dévier (Compte et al. 2002 ; Ivaldi et al., 2003b). Les rétrocessions se doivent de conserver une certaine asymétrie entre les acteurs pour que l'incitation à dévier soit plus forte que l'incitation à la collusion. Les proportions rétrocédées se doivent d'être raisonnables pour ne pas modifier la hiérarchie entre gain à la déviation et punition. L'importance estimée de la collusion et l'asymétrie d'information qui existe entre le régulateur et les opérateurs du marché vont dicter les mesures mises en place pour déterminer cette proportion et essayer de limiter les comportements collusifs. Il est parfois socialement désirable, pour minimiser les coûts de régulation, de laisser un degré de collusion s'opérer entre les opérateurs (Penard et Souam, 2002).

2.4 Les *stranded costs* : optimalité du financement et impacts concurrentiels

Les opérateurs historiques ont effectué des investissements dans un contexte protégé, avec l'obligation de service public c'est-à-dire de servir au mieux toute la demande qui s'adressait à eux. Cette situation les a conduits à effectuer des investissements basés sur les évolutions de demande qu'ils servaient en totalité. L'amortissement et le financement de ces investissements ont donc été calculés dans ce contexte. L'apparition de concurrents et du nouvel environnement concurrentiel a remis en cause ces perspectives de rentabilité. Les opérateurs historiques se sont alors retrouvés pour certains dans l'impossibilité de recouvrer certains coûts, la demande et les prix sur les marchés n'étant plus ceux anticipés lors des investissements passés. Cette modification des anticipations impacte la relation entre la "valeur de réserve" (*book value*) des opérateurs et la valeur du marché rémunérant les activités considérées. La crainte de subir des *Stranded Costs* (SC) ou des *stranded benefits* amènent les opérateurs à rechercher des prix nettement supérieurs à leur "valeur de réserve" pour internaliser les risques concurrentiels (Nunez, 2007). Dans notre cas, les investissements considérés prennent la forme d'actifs de production électrique non utilisés, des contrats de ventes d'électricité dénoncés par une modification organisationnelle du marché[16] ou encore des accords d'achats par contrats de long terme de quantités de gaz naturel (Baumol et Sidak, 1995). Ces coûts échoués sont susceptibles de conduire à une moindre efficacité de l'industrie en permettant l'entrée de concurrents inefficaces, rejoignant ainsi les craintes que font peser les régulations asymétriques sur les efficacités productive et allocative. Par conséquent, il peut s'avérer optimal pour le consommateur, efficace et équitable pour l'activité, que ces coûts soient pris en compte dans les systèmes de régulation qui encadrent le nouvel environnement concurrentiel. En effet, les gains de court terme réalisés grâce au non-financement des coûts échoués peuvent être largement compensés par les pertes futures en termes de qualité de service. Du point de vue des consommateurs, ce second point s'avère important, parfois même plus important que les gains liés à des diminutions de prix (Joskow, 2008). Kolbe et Tye (1996) notent que les investisseurs ne peuvent pas être compensés pour les SC par le coût du capital ou le taux de rendement déterminé par la régulation ex ante. Une prime de risque peut s'avérer nécessaire, conduisant à une augmentation du coût du capital ou du taux de rendement, augmentation qui compense l'écart entre les revenus réalisés et espérés de l'activité.

Joskow (1996) montre que le recouvrement des coûts échoués n'est pas synonyme de distorsion de concurrence ni de faveurs envers des opérateurs inefficaces économiquement. Ce recouvrement nécessite que les coûts échoués soient clairement définis et estimés. Il doit de plus se réaliser auprès de tous les consommateurs, indépendamment de leur fournisseur. L'existence d'asymétries d'information pour la détermination précise de la valeur des coûts

[16] En Pologne, le passage du système de l'acheteur unique à plusieurs acheteurs a engendré des coûts échoués. En effet, il était indiqué dans les contrats d'achat que les producteurs étaient obligés d'effectuer des investissements pour mettre aux normes environnementales leurs centrales de production. Ces coûts ont été recouvrés par la régulation grâce aux tarifs d'acheminement (2,67 €/MWh).

échoués ne modifie pas fondamentalement ces conclusions dès lors que les bonnes approches d'estimation sont utilisées ("*ongoing approach*"). Lesser et Ainspan (1996) montrent qu'une approche par un système d'enchères est le moyen le plus efficace d'évaluer et de rémunérer les SC. Ils notent toutefois qu'il est nécessaire pour les consommateurs de se couvrir contre les risques prix, la rémunération engendrée pouvant se traduire par des variations de prix significatives. Tye et Graves (1996) notent que ce recouvrement permet à chacun des acteurs de se concurrencer en fonction de sa réelle efficacité. Bien que quelquefois synonyme de distorsion de concurrence, ils notent que la neutralité concurrentielle est souvent vérifiée car le coût incrémental des opérateurs est majoré équitablement de la prime de financement des coûts échoués. Trois modes de financement vérifient cette neutralité : le recouvrement auprès des clients qui quittent l'Opérateur Historique (OH), la collecte du financement par une tierce partie auprès de tous les acteurs et la collecte par l'OH auprès des entrants qui majorent alors leurs coûts incrémentaux répercutés sur les consommateurs. Maloney et Sauer (1998) sont plus réservés quant à la nécessité de financer ex post des investissements (notamment de production) qui s'avèrent être des coûts échoués. En effet, les autorités de régulation ne doivent pas internaliser les risques liés aux investissements, risques habituellement supportés par les investisseurs contre un taux de rendement incluant une prime de risque. Que les investissements ex ante dans la production soient efficaces ou non, le consommateur n'a pas à subir le risque de mauvaises anticipations sur les évolutions réglementaires ou concurrentielles de la part des investisseurs. Les régulateurs se doivent de conserver les incitations qu'aurait donnée l'existence d'un marché pour atteindre l'efficacité allocative et productive, et non de subventionner les investissements non compétitifs. Berry (2000) étudie le financement des coûts échoués à travers le tarif d'accès au réseau, en supposant que les consommateurs sont différenciés notamment quant aux incitations à quitter l'OH pour le marché concurrentiel (mesurées par "l'élasticité de sortie"). Les consommateurs ayant une élasticité "de sortie" faible financeront les coûts échoués en faveur des consommateurs à élasticité "de sortie" forte. Il note également que les tarifs d'accès aux réseaux pour des consommateurs ayant choisi de quitter l'OH sont proportionnels à l'élasticité "de sortie" de ces consommateurs. Le résultat est important pour le régulateur car il établit une relation croissante entre élasticité "de sortie" et tarification des accès aux réseaux, le tout constituant une tarification de second rang. L'introduction d'une pénalité de sortie crée une modification de ces résultats. En effet, le recouvrement des SC se réalise alors aux travers de la charge d'accès des consommateurs captifs et du paiement de la pénalité de sortie. Selon Beard et al. (2003), il n'est pas optimal collectivement pour un régulateur de permettre le recouvrement total des coûts échoués. En effet, le transfert entre entreprise régulée et consommateur est coûteux, d'autant plus lorsque le revenu autorisé est croissant avec les coûts échoués à financer.

3 Régulation asymétrique : un mécanisme régulé de financement des *stranded costs*

3.1 Hypothèses et contexte du jeu

Nous utilisons un modèle simple de duopole à la Cournot pour étudier les transferts optimaux entre les entreprises dont l'une supporte des coûts échoués. Ce type de modélisation a été utilisé dans d'autres travaux avec contraintes sur les capacités de production (Clastres, 2005 ; Clastres et David, 2009) ou sans ces contraintes (Chaton et al., 2008). Une modélisation de type Cournot plutôt que Bertrand se justifie dans les marchés énergétiques car les quantités offertes sur le marché sont souvent les variables stratégiques sur lesquelles les différents acteurs jouent (Breton et Zaccour, 2001 ; Bremberger et al., 2012). Leurs anticipations permettent de déterminer les conditions des équilibres offre/demande et donc les tensions pesant sur le système, tensions reflétées ensuite dans les prix déterminés par *clearing* sur les marchés.

Le marché se compose de deux opérateurs, un opérateur historique qui détient les actifs de production d'*inputs* et un concurrent qui ne dispose pas d'accès à cet *input*. Nous allons supposer que les investissements en infrastructures de production (centrales électriques ou contrats à long terme gaziers) ont été réalisés dans un contexte de monopole régulé, investissements couvrant la totalité de la demande qui s'adressait à l'OH. Par conséquent, l'OH dispose d'un approvisionnement en *input* suffisamment élevé pour satisfaire la demande. Ces investissements en moyens de production réalisés par le passé agissent comme des coûts fixes dans le nouvel environnement concurrentiel étudié. Par conséquent, les modifications structurelles ou réglementaires de l'activité peuvent conduire à des *stranded costs*. Sous l'ancien régime monopolistique, le financement de ces investissements pouvait être réalisé à l'aide de subventions croisées ou de politiques tarifaires régulées. Aujourd'hui, il n'est plus possible de recourir à certains de ces mécanismes pour des raisons réglementaires (séparation des activités de production-transport-distribution-fourniture) ou concurrentielles. La disparition des prix régulés de l'énergie est largement discutée au sein de l'Union européenne (Suzzoni, 2009). Nous supposerons que ces investissements de production réalisés ex ante ont été jugés collectivement profitables et efficaces par les autorités publiques. Ces dernières peuvent donc juger équitable de financer les éventuels coûts échoués pouvant apparaître à la suite de l'avènement de la concurrence, d'autant que cette concurrence est ici forcée.

Nous supposerons que les deux acteurs agissent en information parfaite et complète. L'OH dispose d'actifs de production en quantités $K_o > 0$ au coût unitaire $u > 0$. Le régulateur impose à l'OH de rétrocéder une partie $\alpha \in]0, 1]$ de ses approvisionnements K_o au prix régulé $r \geq 0$. Le concurrent ne s'approvisionne qu'auprès de l'OH grâce aux rétrocessions de capacités pour une quantité K_e. Le niveau des approvisionnements de l'OH sont tels que seul le concurrent subit une contrainte sur son approvisionnement : $K_e \leq \alpha K_o$. En effet, nous supposerons que K_o est suffisamment important pour servir le marché. Les conditions d'approvisionnement uK_o pourront et seront interprétées comme l'efficacité de l'OH. Elle seront le fait soit d'un coût unitaire

u important, soit d'un sur investissement en capacités de production K_o. Sur le marché intermédiaire, lorsque chacun négocie ses approvisionnements, les profits des opérateurs sont du type $\Pi_e = p(q)q_e - rK_e$ pour le concurrent et $\Pi_o = p(q)q_o - uK_o + rK_e$ pour l'Opérateur Historique. Le concurrent et l'OH se concurrencent à la Cournot sur le marché final sur lequel ils vendent respectivement q_e et q_o. La demande $p(q)$ qui s'observe sur le marché final sera supposée linéaire, $p(q) = 1 - q$, avec $q = q_e + q_o$. Sur le marché final, les profits des deux opérateurs sont égaux à $\Pi_i^f = p(q)q_i$, $i = \{e, o\}$, les coûts de distribution étant supposés symétriques et normalisés à 0 pour les deux opérateurs. Le surplus du consommateur sera donné par la formule usuelle $S_c = \int_0^{q^*} p(q)dq - p(q^*)q^* = \frac{1}{2}(q^*)^2$. Par la suite, nous indicerons par "e" les variables du concurrent et par "o" les variables de l'OH.

3.2 Benchmark : les situations monopolistiques

L'OH va subir des coûts fixes liés à ses conditions d'approvisionnement. Par conséquent, il existe un intervalle de coûts d'approvisionnement uK_o pour lequel il ne réalisera pas de profit positif. Ces situations *benchmark* vont nous permettre de borner les conditions d'approvisionnement de notre étude car il est intuitif d'indiquer que si la position de monopole de l'OH ne lui permet pas de réaliser des profits positifs, alors une situation plus concurrentielle ne le permettra pas davantage. Nous pouvons ici considérer deux situations, selon la nature privée ou publique de l'OH.

Prenons le cas où l'OH est un monopole privé qui maximise son profit $\Pi_o^m = p(q)q_o - uK_o$. Cette optimisation nous conduit à l'équilibre de monopole $(q^m, p^m) = (\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$. A l'équilibre, la valeur du profit est $\Pi_o^{m*} = \frac{1}{4} - uK_o$, le surplus du consommateur $S_c^{m*} = \frac{1}{8}$ et le *welfare* $W^{m*} = \frac{3}{8} - uK_o$. Ces valeurs d'équilibre nous permettent de borner les valeurs d'approvisionnement de l'OH qui sont telles que $uK_o \in]0, \frac{1}{4}]$. Un OH très inefficace ne réalisera jamais de profit positif, à moins que le régulateur ne mette en place des transferts des consommateurs vers l'opérateur.

Prenons désormais la situation dans laquelle l'OH est un monopole public qui recherche à maximiser le *welfare* $W^{RB} = \Pi_o^{RB} + S_c^{RB} = p(q^{RB})q^{RB} - uK_o + \frac{1}{2}\left(q^{RB}\right)^2$ sous la contrainte d'un profit positif ou nul. L'équilibre de Ramsey-Boiteux nous conduit à une situation pour laquelle le profit est nul et le multiplicateur de Khun et Tucker (λ^{RB}) positif. Après formation de la fonction de Lagrange $L^{RB} = \Pi_o^{RB} + S_c^{RB} + \lambda^{RB}\Pi_o^{RB}$, l'équilibre nous est donné par le système suivant : $\begin{cases} \frac{\partial L^{RB}}{\partial q^{RB}} = 0 \\ (1 - q^{RB})q^{RB} - uK_o = 0 \text{ et } \lambda^{RB} > 0 \end{cases}$. Cet équilibre nous conduit à l'équilibre de Ramsey-Boîteux $(q^{RB*}, p^{RB*}) = (\frac{\sqrt{1-4uK_o}+1}{2}, \frac{1-\sqrt{1-4uK_o}}{2})$. A l'équilibre, le profit de l'OH est nul $\Pi_o^{RB*} = 0$ et le welfare $W^{RB*} = \frac{1}{2}(q^{RB*})^2$. De même que la situation précédente, cette situation n'existe que lorsque l'OH est suffisamment efficace. Nous pouvons donc à nouveau borner les conditions d'approvisionnement qui sont telles que $uK_o \in]0, \frac{1}{4}]$.

Preuve. Voir Annexe 1. ■

Conclusion 1 *Ces deux situations de benchmark nous permettent de borner les conditions d'approvisionnement pour la suite de l'étude à* $uK_o \in]0, \frac{1}{4}]$.

Note 1 *Si le monopole peut renégocier la capacité de ses approvisionnements, il sera certainement incité à n'avoir que les approvisionnements qui lui permettent de servir la demande, c'est-à-dire* q^{RB*}. *En effet, des approvisionnements supplémentaires n'agiraient que comme des coûts directs sur son profit et sur le welfare. Sans transfert ni obligation de détenir des surcapacités pour assurer un certain niveau de sécurité, l'OH ne possédera que les capacités lui permettant de satisfaire sa demande. Ses approvisionnements seront tels que* $K_o^* = q^{RB*} \Leftrightarrow K_o^* = \frac{1-\sqrt{1-4uK_o}}{2} \Leftrightarrow K_o^* = 1 - u$. *Cependant, notre étude étant valable pour tout* K_o, *elle le sera également pour* K_o^*.

3.3 Régulation asymétrique et concurrence "à la Cournot" avec une seule source d'approvisionnement

Le régulateur souhaite introduire de la concurrence sur le marché. Dans le cas d'un marché parfaitement contestable, une régulation asymétrique ne serait pas nécessaire, le concurrent ayant accès à une source d'approvisionnement au coût v. Le concurrent et l'OH se concurrenceraient "à la Cournot" sur le marché de détail et aucun ne serait ni soumis à une RA ni bénéficiaire de celle-ci. Les deux opérateurs maximiseraient leurs profits $\Pi_e^c\left(q_o^c, q_e^c\right) = \left(p\left(q\right) - v\right) q_e^c$, v étant le coût marginal d'approvisionnement du concurrent, et $\Pi_o^c(q_e^c, q_o^c) = p(q)q_o^c - uK_o$. Les stratégies Cournot peuvent simplement être calculées et seraient $\begin{cases} q_o^{c*} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3}v \\ q_e^{c*} = \frac{1}{3} - \frac{2}{3}v \end{cases}$ (cf. annexe 2). Nous pouvons déduire de cette situation simple deux conclusions. La première rejoint nos précédentes observations sur le risque pour l'OH d'encourir des *stranded costs* en raison de ses investissements en capacités de production K_o. Son profit $\Pi_o^{c*}(q_e^{c*}, q_o^{c*})$ peut s'avérer négatif si les revenus de l'environnement concurrentiel à la Cournot n'excèdent pas les coûts d'investissement uK_o. La seconde est que lorsque les coûts d'approvisionnement du concurrent v sont élevés ($v \geq v_i$, avec $v_i = \frac{1}{2}$), alors ce dernier ne peut pas être actif sur le marché. Dans cette situation, favoriser la concurrence peut effectivement signifier de donner au concurrent un accès à un approvisionnement moins coûteux. Les régulateurs peuvent appliquer une politique de RA, caractérisée par les deux variables décisionnelles (α, r) : l'OH doit rétrocéder une partie α de ses approvisionnements à son concurrent à un prix régulé r lui permettant d'être actif sur le marché. La RA modifiant les contextes concurrentiel et réglementaire dans lesquels l'OH agit, nous sommes ici dans le cadre théorique de l'apparition des *stranded costs*. Comme indiqué précédemment, il existe une double justification, à la fois en termes d'efficacité et d'équité, au financement de ces *stranded cost*s (Baumol and Sidak, 1995). La régulation semble être opportune pour assurer ces financements et le régulateur aura la possibilité d'adapter sa politique de RA pour les prendre en compte. Dans la suite de notre analyse, nous supposerons que $v \geq v_i$, c'est-à-dire que le concurrent ne dispose pas de source alternative d'approvisionnement à la RA pour concurrencer l'OH sur le marché final.

Le déroulement du jeu sera le suivant :

- Etape 1 : Le régulateur décide d'adopter une régulation asymétrique. Il impose une rétrocession de capacités pour rendre le concurrent de l'OH actif. Il choisit une proportion $\alpha \in]0,1]$ des approvisionnements K_o à rétrocéder ainsi que le prix de rétrocession régulé r. Le choix est effectué de telle façon que ces paramètres maximisent le bien-être collectif W. Le programme du régulateur est donc : $\underset{\{\alpha,r\}}{Max}\, W$ avec $W = \Pi_e + \Pi_o + S_c$. La politique de régulation est ici endogénéisée à la manière de plusieurs travaux (Clastres, 2005 ; Chaton et al., 2008 ; Clastres et David, 2009).
- Etape 2 : Le concurrent, connaissant α et r, choisit son niveau d'approvisionnement K_e qui est tel que ce dernier maximise son profit $\Pi_e = p(q)q_e - rK_e$ et vérifie la contrainte $K_e \leq \alpha K_o$. L'OH, lui, subit les coûts u de ses investissements K_o. Le programme du concurrent est donc $\underset{K_e}{Max}\, \Pi_e$ s/c $K_e \leq \alpha K_o$.
- Etape 3 : L'OH et son concurrent se livrent une concurrence "à la Cournot" sur le marché final. Ils cherchent chacun à maximiser leur profit Π_i^f par rapport à leurs quantités q_i, $i = \{e, o\}$, le concurrent étant contraint par son niveau d'approvisionnement K_e négocié à la seconde étape.

3.4 Résolution du jeu

La résolution du jeu s'effectue par récurrence amont. Nous utiliserons les conditions de Kuhn et Tucker pour résoudre les systèmes. Les fonctions objectifs sont concaves (la demande est linéaire et décroissante, les coûts quasi convexes) et les contraintes sont linéaires. Nous sommes dans le cas convexe, ce qui assure que les conditions nécessaires de premier ordre seront des conditions suffisantes pour la détermination des équilibres des différentes étapes du jeu.

3.4.1 Equilibres sur le marché aval

Le concurrent s'approvisionne uniquement par la rétrocession de capacités et ensuite joue sa stratégie sur le marché final. Il n'a aucune incitation dans notre cas à s'approvisionner en quantités supérieures à celles qu'il pourrait ensuite vendre sur le marché final. Aussi, l'étape 2 et 3 du jeu sont ici simultanées, l'étape 2 donnant comme stratégie l'achat d'un approvisionnement K_e égal à la stratégie q_e du concurrent sur le marché final. Les programmes d'optimisation des deux opérateurs s'écrivent alors :

$$\begin{cases} \underset{q_o}{Max}\Pi_o = p(q)q_o - uK_o + rq_e \\ \underset{q_e}{Max}\Pi_e = p(q)q_e - rq_e s/cq_e \leq \alpha K_o \quad (\lambda_e) \end{cases}$$ avec λ_e le multiplicateur de Khun et Tucker associé à la contrainte d'approvisionnement du concurrent.

L'application des conditions de Khun et Tucker et la discussion sur l'état de la contrainte nous conduit à deux équilibres en sous-jeu :

	Equilibre non contraint	Equilibre contraint
q_o^*	$\frac{1}{3}r + \frac{1}{3}$	$\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\alpha K_o$
q_e^*	$\frac{1}{3} - \frac{2}{3}r$	αK_o
q^*	$\frac{2}{3} - \frac{1}{3}r$	$\frac{1}{2}\alpha K_o + \frac{1}{2}$
$p^*(q^*)$	$\frac{1}{3}r + \frac{1}{3}$	$\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\alpha K_o$
λ_e^*	0	$\frac{1}{2} - \frac{3}{2}\alpha K_o - r$
Cdts existence	$r < \frac{1}{2}$ et $\frac{1-2r}{3K_o} < \alpha$	$r < \frac{1}{2}$ et $\alpha \leq \frac{1-2r}{3K_o}$

Le premier équilibre indique que la rétrocession de capacités ordonnée par la régulateur est en quantité suffisamment importante pour que les deux acteurs puissent jouer leur stratégie d'équilibre de Cournot sans subir de contraintes sur leurs approvisionnements. Le second équilibre contraint le concurrent dans ses approvisionnements car la proportion rétrocédée est trop faible pour lui permettre de jouer sa stratégie Cournot.

Preuve. Voir Annexe 3. ■

3.4.2 Choix de la politique de régulation par le régulateur

En fixant sa politique de régulation asymétrique, le régulateur recherche à maximiser le bien-être collectif. La fonction de *welfare* est une fonction croissante en quantités offertes sur le marché. Par conséquent, le régulateur recherche à maximiser l'offre des opérateurs sur le marché. Lors de sa décision, le régulateur peut au mieux atteindre l'équilibre de Nash-Cournot non contraint, c'est-à-dire une situation dans laquelle les deux opérateurs peuvent jouer leur fonction de meilleure réponse sans contrainte. En effet, si le concurrent subit une contrainte, cela implique qu'il aurait souhaité offrir davantage de biens sur le marché et donc que la contrainte réduit l'offre globale (Clastres et David, 2009). Par conséquent, le régulateur a intérêt de choisir une proportion rétrocédée telle que la stratégie $q_e^* = \frac{1}{3} - \frac{2}{3}r$ puisse être jouée. Comme le concurrent n'a aucun intérêt à acheter plus que ce qu'il ne peut vendre q_e^*, le régulateur est incité à proposer une régulation asymétrique qui est telle que $\alpha^* K_o = q_e^* \Leftrightarrow \alpha^* K_o = \frac{1}{3} - \frac{2}{3}r \Leftrightarrow \alpha^* = \frac{1-2r}{3K_o}$. Cette quantité permet à chacun de jouer sa stratégie de meilleure réponse sans contrainte, l'équilibre atteint est donc $\begin{cases} q_o^* = \frac{1}{3}r + \frac{1}{3} \\ q_e^* = \frac{1}{3} - \frac{2}{3}r \end{cases}$. Le régulateur se situe sur la partie décroissante du *welfare* pour la détermination des prix r^*. Aussi, il va rechercher le prix r^* minimum, c'est-à-dire fixer un prix $r^* = 0$. Le régulateur fixe le prix de rétrocession au coût marginal d'approvisionnement de l'OH. Il internalise par sa politique de régulation l'effet de la double marge. Cette solution est une situation de premier rang.

L'équilibre final du jeu est donc :

	Equilibre du jeu
q_o^*	$\frac{1}{3}$
q_e^*	$\frac{1}{3}$
q^*	$\frac{2}{3}$
p^*	$\frac{1}{3}$
r^*	0
α^*	$\frac{1}{3K_o}$
λ_e^*	0

Conclusion 2 *Le régulateur adapte sa politique de régulation de manière à ne pas contraindre les deux opérateurs. En fixant un prix de rétrocession r^* au coût marginal de l'OH et une proportion rétrocédées α^*, fonction décroissante des approvisionnements de ce dernier, il maximise le welfare.*

Preuve. Annexe 4. ■

3.4.3 Profits des opérateurs et bien-être collectif (*welfare*)

A l'équilibre et pour notre intervalle d'étude $uK_o \in]0, \frac{1}{4}]$, le profit du concurrent $\Pi_e^* = \frac{1}{9}$ et le *welfare* $W^* = \frac{4}{9} - uK_o$ sont positifs. En revanche, l'OH peut subir des pertes, ses approvisionnements impactant directement le niveau de ses profits, $\Pi_o^* = \frac{1}{9} - uK_o$.

Lorsque $uK_o \in \left[0, \frac{1}{9}\right]$, alors l'OH réalise des profits positifs ou nuls car son approvisionnement est efficace. Il subit des *stranded costs* mais il peut réaliser son activité.

Lorsque $uK_o \in \left[\frac{1}{9}, \frac{1}{4}\right]$, alors la concurrence forcée lui fait encourir des *stranded costs* qui ne lui permettent pas de réaliser son activité, ses profits étant négatifs.

Conclusion 3 *L'entrant réalise des profits toujours positifs. La rétrocession de capacités est conforme aux intuitions, c'est-à-dire qu'elle lui permet d'être* *actif sur le marché. En revanche, l'OH subit le risque des stranded costs liés à ses actifs de production. Ces stranded costs découlent du changement de la structure de concurrence sur le marché aval et du changement de régulation, asymétrique à son égard.*

Lemme 1 *Selon les niveaux de coût ou d'approvisionnement de l'OH, la rétrocession de capacités à son concurrent, modifiant la structure de la concurrence sur le marché aval, peut faire encourir à l'OH des stranded costs. Des pertes peuvent apparaître. En effet, les ventes totales de l'OH par rapport à ses capacités de production pourraient s'avérer trop faibles ou le prix de rétrocession insuffisamment élevé par rapport aux coûts des actifs de production.*

3.5 Le régulateur et le financement des *stranded costs* : les prix Ramsey-Boîteux

La présence d'un concurrent sur le marché introduit une interdépendance stratégique entre les deux acteurs. Cette interdépendance modifie les stratégies de l'OH qui doit l'adapter aux conditions concurrentielles et aux offres de ses concurrents. Ce nouvel environnement fait peser sur lui le risque de subir des *stranded costs.* Ces derniers peuvent prendre la forme de centrales de capacités de production électrique non utilisées ou encore de contrats de long terme gaziers *Take or Pay* surdimensionnés compte tenu de l'évolution concurrentielle de la structure industrielle de l'activité. Le régulateur doit s'assurer que le profit de l'OH est positif pour ne pas le défavoriser devant ses concurrents et ainsi limiter le poids des coûts échoués.

3.5.1 Une première solution : l'intervention de l'OH sur un marché alternatif

Si un marché alternatif (*spot*) existe, l'OH peut y intervenir a posteriori pour revendre les quantités supplémentaires non fournies. Il revend donc sur le *spot* une quantité $K_o - q^*$, augmentant de ce fait la liquidité sur ce marché de court terme. Cela intervient comme un revenu supplémentaire qui, en cas de pertes éventuelles, lui permet de couvrir ses coûts (si le prix pratiqué sur le *spot* est supérieur ou égal aux coûts) ou de limiter sa perte (si le prix pratiqué sur le *spot* est inférieur aux coûts). Dès lors, plusieurs situations sont envisageables :

- soit la quantité est rachetée sur le marché par un concurrent de l'OH. La contrainte du concurrent se relâche et une autre source d'approvisionnement de dessine. Les deux sources d'approvisionnement disponibles que sont la RA et ce nouveau marché peuvent être complémentaires. Ce cas de figure modifie la structure de notre jeu (fonction de profit de chaque acteurs) et donc les quantités d'équilibre.
- soit la quantité est revendue ou rachetée par une entreprise intervenant sur un autre marché. Le seul effet est de procurer un revenu supplémentaire à l'OH, laissant inchangée la structure de concurrence et les quantités vendues sur le marché aval.

Cette intervention sur le *spot* peut toutefois avoir un effet pervers. L'OH peut réaliser des arbitrages entre marché final et marché alternatif qui selon les prix pratiqués. Il restreindrait ainsi l'offre sur son marché ou laisserait une demande résiduelle à un concurrent ayant accès à des approvisionnements. Le risque de monopolisation du marché final apparaît, faisant encourir le risque d'un pouvoir de marché et des prix de monopole ou manipulés (Crampes et Creti, 2005 ; Levitan et Shubick, 1972). Une modélisation simple permet d'illustrer cette situation. Les profits de l'OH sur le marché aval sont modifiés. Il peut vendre sur le marché une quantité q'_o et sur le marché alternatif une quantité $K_o - q'$ au prix de marché s. Dès lors, son profit sur le marché aval devient $\Pi'_o = p'(q')q'_o + s(K_o - q'_e - q'_o)$. Ne subissant aucune contrainte, il est facile de déterminer sa condition suffisante de maximisation de premier ordre $\frac{\partial \Pi'_o}{\partial q'_o} = -2q'_o + 1 - q'_e - s = 0$. Cette condition de premier ordre nous donne la quantité que l'OH vendrait compte tenu de celle anticipée de l'entrant et du prix qui prévaut sur le marché alternatif : $q'_o = \frac{1}{2}(1 - q'_e - s)$. Elle est décroissante avec le prix s ce qui signifie que plus le prix sur le marché alternatif est élevé, plus les quantités de l'OH vendues sur le marché aval diminuent au profit de celles vendues sur le marché de court terme, les quantités rétrocédées à l'entrant restant identiques. L'offre sur le marché aval est susceptible de se réduire. L'impact concurrentiel dépend à la fois de cette réduction ainsi que de l'accès pour l'entrant au marché alternatif.

3.5.2 Une seconde solution : les prix Ramsey-Boîteux

La tarification Ramsey-Boîteux nous permet d'internaliser cette situation de profits négatifs liés aux coûts échoués. En effet, le prix de rétrocession peut être fixé pour permettre à l'OH de recouvrer un profit au moins nul. En adaptant sa politique de régulation, le régulateur peut laisser l'OH actif sur le marché, tout en facilitant l'accès à la ressource pour le concurrent. La proportion rétrocédée est déterminée comme précédemment, c'est-à-dire de telle sorte que le concurrent puisse jouer sa meilleure réponse, $q_e^{SB*} = \alpha^{SB*} K_o$. Le prix de rétrocession est tel qu'il permettra de maximiser le bien-être contraint. Le programme d'optimisation s'écrit :

$$\begin{cases} r^{SB*} = \arg\{\underset{r}{Max} W = (1-q^*)q^* - uK_o + \frac{1}{2}(q^*)^2\} \\ \quad \text{s/c } p(q^*)q_o^* - uK_o + rq_e^* \geq 0 \quad (\mu_o) \end{cases}$$

Les conditions nécessaires de premier ordre se déduisent :

$$\begin{cases} \frac{dL_o}{dr} = \frac{2}{9}\mu_o - \frac{13}{9}r + \frac{2}{9}r\mu_o + \frac{2}{9} = 0 \\ \mu_o[p(q^*)q_o^* - uK_o + rq_e^*] \geq 0 \end{cases}$$

La contrainte libre nous renvoie au cas précédent avec un profit pour l'OH positif pour $uK_o \in [0, \frac{1}{9}]$.

La contrainte saturée implique que $\mu_o > 0$ pour qu'il y ait un équilibre. Le seul prix d'équilibre qui soit possible est $r^{SB*} = \frac{1}{2} - \frac{3}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}$, avec $uK_o > \frac{1}{9}$. Cette valeur nous permet de calculer le multiplicateur grâce aux conditions de premier ordre $\Leftrightarrow \mu_o^{SB*} = \frac{13\sqrt{5}\sqrt{-4uK_o+1}-15}{2\sqrt{5}\sqrt{-4uK_o+1}-10}$.

Cette fonction $\mu_o^{SB*} = \frac{13\sqrt{5}\sqrt{-4X+1}-15}{2\sqrt{5}\sqrt{-4X+1}-10}$ avec $X = uK_o$ est une fonction positive monotone croissante sur notre intervalle d'étude $uK_o \in]0, \frac{1}{4}]$. Par conséquent, $uK_o \in]\frac{1}{9}, \frac{1}{4}]$, l'équilibre donné par r^{SB*} annule le profit de l'OH et maximise le *welfare* contraint : c'est une solution de second rang.

Pour $uK_o \in]\frac{1}{9}, \frac{1}{4}]$, le nouvel équilibre du jeu est :

	Equilibre Ramsey-Boiteux
q_o^{SB*}	$\frac{1}{2} - \frac{1}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}$
q_e^{SB*}	$\frac{1}{5}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}$
q^{SB*}	$\frac{1}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o} + \frac{1}{2}$
p^{SB*}	$\frac{1}{2} - \frac{1}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}$
r^{SB*}	$\frac{1}{2} - \frac{3}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}$
$\alpha^{SB}*$	$\frac{1}{5}\frac{\sqrt{5}}{K_o}\sqrt{1-4uK_o}$
λ_e^{SB*}	0
μ_o^{SB*}	$\frac{13\sqrt{5}\sqrt{-4uK_o+1}-15}{2\sqrt{5}\sqrt{-4uK_o+1}-10}$
Conditions d'existence	$uK_o \in]\frac{1}{9}, \frac{1}{4}]$

Les ventes de l'OH sont croissantes avec ses conditions d'approvisionnement. En effet, le prix de rétrocession étant croissant avec ses conditions d'approvisionnement, l'offre du concurrent est décroissante avec ces derniers, ce qui augmente l'offre de l'OH sur le marché. En revanche, l'offre globale diminue, ce qui augmente le prix final. Le concurrent, dans le cas d'un approvisionnement très inefficace de la part de l'OH, ne trouve pas profitable d'intervenir sur le marché car le prix de rétrocession est trop élevé. Le prix de vente sur le marché final croît avec les conditions d'approvisionnement de l'OH. Le prix de rétrocession croît avec les conditions d'approvisionnement de l'OH. La proportion rétrocédée est décroissante avec les conditions d'approvisionnement. Les quantités du concurrent diminuant avec les conditions d'approvisionnement de l'OH explique cette intuition.

Les profits de l'OH sont ici nuls, $\Pi_o^{SB^*} = 0$ et le profit de l'entrant est égal à

$\Pi_e^{SB^*} = \frac{1}{5} - \frac{4}{5}uK_o$.Ils sont plus faibles que précédemment : $\Delta\Pi_e = \Pi_e^{SB^*} - \Pi_e^* < 0$. En effet, ses coûts d'approvisionnement sont plus élevés, ce qui réduit les quantités qu'il va proposer sur le marché, réduction non compensée par une augmentation du prix sur le marché final.

Le *welfare* W^{SB*} est positif. Cependant, la variation du *welfare* est négative à la suite de ce financement des *stranded costs* car $\Delta W = W^{*} - W^{SB*} > 0$ pour $uK_o > \frac{1}{9}$. En effet, les quantités offertes sur le marché diminuent du fait de l'augmentation du prix de rétrocession. Le *welfare* est donc impacté négativement par cette baisse de l'offre sur le marché.

Conclusion 4 *Pour un OH efficace, $uK_o \in \left[0, \frac{1}{9}\right]$, l'équilibre $r^* = 0$ maximise le welfare et permet à l'OH de réaliser des profits positifs. Pour un OH inefficace, $uK_o \in]\frac{1}{9}, \frac{1}{4}]$, l'équilibre r_2^* est un équilibre de second rang car il permet de maximiser le welfare sous contrainte de laisser un profit nul à l'OH.*

Proposition 1 *Lorsque l'OH est efficace, l'introduction de la concurrence forcée induit des coûts échoués couverts par le revenu de l'activité et le welfare est maximisé. Le régulateur tarifie la rétrocession au coût marginal. Lorsque l'OH est inefficace, le régulateur peut toujours maximiser le welfare en optimisant sa politique de régulation, laissant à l'OH un profit nul. Cependant, il s'agit d'une solution de second rang car l'OH doit financer ses stranded costs. Il existe un intervalle de coût dans lequel il est optimal pour le régulateur de ne pas financer les pertes de l'OH (stranded costs) par sa politique de régulation. En effet, le surplus des consommateurs et le revenu du concurrent compensent les pertes de l'OH. Le welfare est maximum compte tenu des coûts de l'OH. Toutefois, le régulateur peut appliquer une politique de régulation de second rang, certes dégradant le welfare car cette politique n'est pas optimale mais permettant à l'OH de rester sur le marché. Elle évite également la mise en place de transferts supplémentaires. La mise en place d'une RA ou d'une concurrence forcée semble être efficace lorsque l'OH est efficace. En cas d'inefficacité de ce dernier, elle dégrade le welfare.*

Preuve. Annexe 5. ■

4 L'introduction d'une source alternative d'approvisionnement

Dans cette section, nous introduisons la possibilité pour le concurrent de s'approvisionner auprès d'une seconde source d'approvisionnement. Nous appellerons K la quantité maximale mise à disposition et s le prix unitaire d'achat. Nous supposerons que ce prix s est positif. En effet, des cas de prix négatifs ont été observés sur les marchés électriques (Fanone et al., 2013 ; Keles et al., 2012 ; European Commission, 2012) en présence de fortes pénétrations de production distribuée (production éolienne), d'un mix de production peu flexible (nucléaire) ou de producteurs ne souhaitant pas diminuer le productible pour éviter des coûts supplémentaires de redémarrage (thermique). Ce phénomène n'est pas observé sur les marchés gaziers, même si les prix actuels sont faibles en raison de l'émergence des *shale gas*. De plus, ces prix négatifs ne sont observés sur les marché électriques qu'en période de faible demande, périodes durant lesquelles les systèmes ne sont pas forcément sous tension et où les capacités de production sont peu utilisées. Ces éléments d'analyse nous permettent ici de supposer des prix positifs, que ce soit pour les rétrocessions ou auprés de la source alternative d'approvisionnement.

Le concurrent achète K_s auprès de cette nouvelle source, avec $K_s \leq K$. De plus, il peut toujours avoir accès à des capacités rétrocédées au travers de la Régulation Asymétrique (RA), soit $K_e^s \leq \alpha^s K_o$. Le concurrent a donc la possibilité de réaliser des arbitrages entre ses deux sources d'approvisionnement possibles. Ces arbitrages dépendent bien entendu de l'offre globale sur le marché et du différentiel de coût entre les deux sources.

La source alternative d'approvisionnement peut avoir un effet positif sur le *welfare* en permettant aux deux opérateurs de maximiser leur offre sur le marché final en gagnant en efficacité. Ainsi, les opérateurs ne subissent pas de contraintes sur leurs approvisionnements susceptibles de diminuer leur offre sur le marché. Par conséquent, le *welfare* sera maximisé avec cette offre maximale. Intuitivement, si la source alternative est compétitive et en quantités

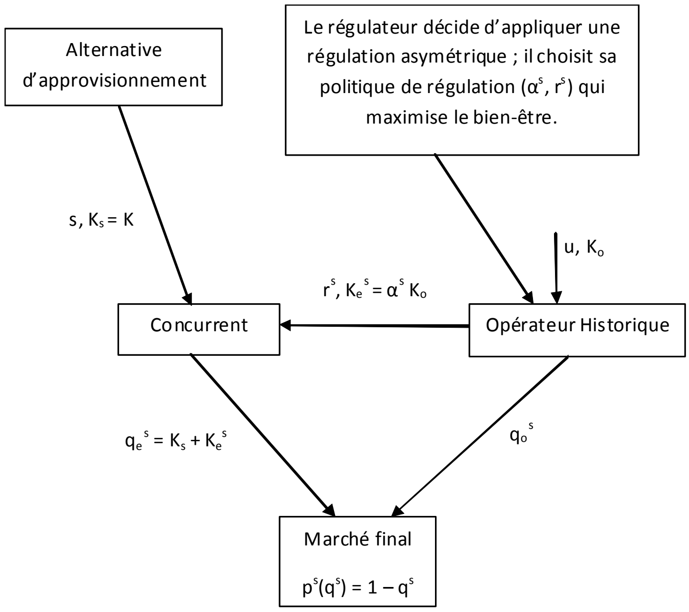


FIG. 1 – Jeu avec source alternative d'approvisionnement

suffisantes, la mesure de RA n'est pas nécessaire, le concurrent allant s'approvisionner uniquement auprès de la source alternative pour concurrencer l'OH. La RA n'est donc pas mise en place. En revanche, si cette source est compétitive mais en quantité insuffisante, ou si cette source est non compétitive, la RA peut permettre au concurrent de diminuer la contrainte d'approvisionnement qui pèse sur lui. Il pourra alors se défaire de sa contrainte d'approvisionnement et proposer une offre qui, couplée à celle de l'OH, maximise le *welfare*. Les deux opérateurs peuvent à nouveau jouer leur stratégie Cournot. Les consommateurs voient également leur surplus augmenter. Les profits des entreprises dépendent des prix de rétrocession et des coûts de la source alternative d'approvisionnement.

4.1 Les deux opérateurs se concurrencent sur le marché aval

Sur le marché aval (ou de détail), les profits des deux opérateurs sont ici : $\Pi_i^{fs} = p^s(q^s)q_i^s$, $i = e, o$. Le concurrent maximise son profit sous sa contrainte d'approvisionnement : $\underset{q_e^s}{Max}\ \Pi_e^{fs}\ s/c\ q_e^s \leq K_e^s + K_s$ (λ_e^s sera le multiplicateur associé). L'OH maximise son profit sans subir de contrainte : $\underset{q_o^s}{Max}\ \Pi_o^{fs}$.

Nous trouvons deux équilibres possibles en sous-jeu. Lorsque $(K_e^s + K_s) > \frac{1}{3}$, l'équilibre est celui de Nash-Cournot non contraint $\begin{cases} q_e^{s*} = \frac{1}{3} \\ q_o^{s*} = \frac{1}{3} \end{cases}$ avec $\lambda_e^s = 0$. Les deux opérateurs jouent leur stratégie de meilleure réponse sans subir de contrainte, les niveaux d'approvisionnements étant suffisamment élevés et compétitifs pour chacun. En revanche, si $(K_e^s + K_s) \leq \frac{1}{3}$, alors l'équilibre est ici contraint pour l'entrant car ses sources d'approvisionnement sont trop faibles pour lui permettre de jouer sa quantité Nash-Cournot. Il vend sur le marché toutes les quantités disponibles auprès des deux sources d'approvisionnement. L'équilibre est alors $\begin{cases} q_e^s = K_e^s + K_s \\ q_o^s = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}(K_e^s + K_s) \\ \lambda_e^{fs} = -\frac{3}{2}(K_e^s + K_s) + \frac{1}{2} \end{cases}$.

Preuve. Voir annexe 6.1. ■

Conclusion 5 *Deux solutions s'offrent à nous pour cette étape du jeu, résumées dans le tableau ci-après :*

	Equilibre 1s	***Equilibre 2s***
q_e^{s*}	$\frac{1}{3}$	$(K_e^s + K_s)$
q_o^{s*}	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2} - \frac{1}{2}(K_e^s + K_s)$
q^{s*}	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2} + \frac{1}{2}(K_e^s + K_s)$
$p^s(q^{s*})$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2} - \frac{1}{2}(K_e^s + K_s)$
λ_e^{F*}	0	$-\frac{3}{2}(K_e^s + K_s) + \frac{1}{2}$
Condition d'existence de l'équilibre	$(K_e^s + K_s) \geq \frac{1}{3}$	$(K_e^s + K_s) < \frac{1}{3}$

4.2 Le choix optimal des approvisionnements

L'OH subit son approvisionnement K_o au coût u. Comme la RA l'oblige, l'OH revend K_e^s au prix r^s à son concurrent dès lors que ce dernier en fait la demande et que $K_e^s \leq \alpha^s K_o$. Son profit sera $\Pi_o^s = p^s(q^s)q_o^s - uK_o + r^s K_e^s$.

Le concurrent peut acheter K_e^s par la RA et K_s auprès de la source alternative d'approvisionnement. Il est soumis à la contrainte de RA, $K_e^s \leq \alpha^s K_o$, et à une contrainte d'approvisionnement alternatif, $K_s \leq K$. Le concurrent choisit son niveau d'approvisionnement en maximisant son profit par rapport à K_e^s et K_s. Son programme est :

$$\underset{\{K_e^s, K_s\}}{Max}\, \Pi_e^s = p^s(q^s)q_e^s - r^s K_e^s - sK_s$$
$$s/c \left\{ \begin{array}{ll} K_e^s \leq \alpha^s K_o & (\mu_e^s) \\ K_s \leq K & (\mu_s^s) \end{array} \right.$$

Les conditions de premier ordre nous conduisent à écarter l'équilibre 1s du sous-jeu précédent car il conduit à des multiplicateurs négatifs.

Les conditions de premier ordre nous permettent de trouver des stratégies optimales dans le cas de l'équilibre 2s du sous-jeu précédent. Ces équilibres dépendent de la discussion sur les contraintes. Finalement, il existe 3 équilibres en sous-jeu :

– Lorsque les deux contraintes sont saturées, le concurrent achète toutes les quantités qui lui sont disponibles pour les revendre sur le marché de détail. L'équilibre, indicé par "1", est donc $\left\{ \begin{array}{c} q_{e1}^{s*} = \alpha^s K_o + K \\ q_{o1}^{s*} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}(\alpha^s K_o + K) \\ K_{e1}^{s*} = \alpha^s K_o \\ K_{s1}^{*} = K \end{array} \right.$.

  Il ne peut jouer sa stratégie Cournot-Nash car les conditions d'approvisionnement (quantités ou coûts) ne lui sont pas favorables, indépendamment de la hiérarchisation des prix des sources d'approvisionnement.

– Lorsque le prix des capacités rétrocédées est supérieur à celui de l'autre approvisionnement, $r^s \geq s$, le concurrent achète toute la capacité $K_s^* =$

K et le reste grâce à la RA si $r^s \in \left[\frac{1}{6}, \frac{1}{2}\right]$. L'équilibre, indicé par "2", sera $\begin{cases} q_{e2}^{s*} = \frac{1}{2} - r^s \\ q_{o2}^{s*} = \frac{1}{4} + \frac{1}{2} r^s \\ K_{e2}^{s*} = \frac{1}{2} - K - r^s \\ K_{s2}^{*} = K \end{cases}$. Aucun des deux opérateurs n'est contraint. Nous voyons que ce cas englobe aussi celui où les deux prix sont identiques, c'est-à-dire lorsque $r^s = s$.

- Lorsque la source alternative d'approvisionnement est moins compétitive que la rétrocession, $s \geq r^s$, alors le concurrent adopte une stratégie inverse à la précédente. Il achète toute la capacité rétrocédée et le reste auprès de l'autre source d'approvisionnement. L'équilibre, indicé par "3", sera donc $\begin{cases} q_{e3}^{s*} = \frac{1}{2} - s \\ q_{o3}^{s*} = \frac{1}{4} + \frac{1}{2} s \\ K_{e3}^{s*} = \alpha^s K_o \\ K_{s3}^{*} = \frac{1}{2} - \alpha^s K_o - s \end{cases}$. Il peut à nouveau jouer sa meilleure stratégie en optimisant ses approvisionnements.

Lorsque $r^s = s$, le concurrent va saturer l'une de ses deux sources d'approvisionnement et acheter le complément pour jouer Cournot sur l'autre source d'approvisionnement. Les prix étant identiques, il peut réaliser toute combinaison linéaire liant les deux approvisionnements avec seulement un impact sur le profit de l'OH.

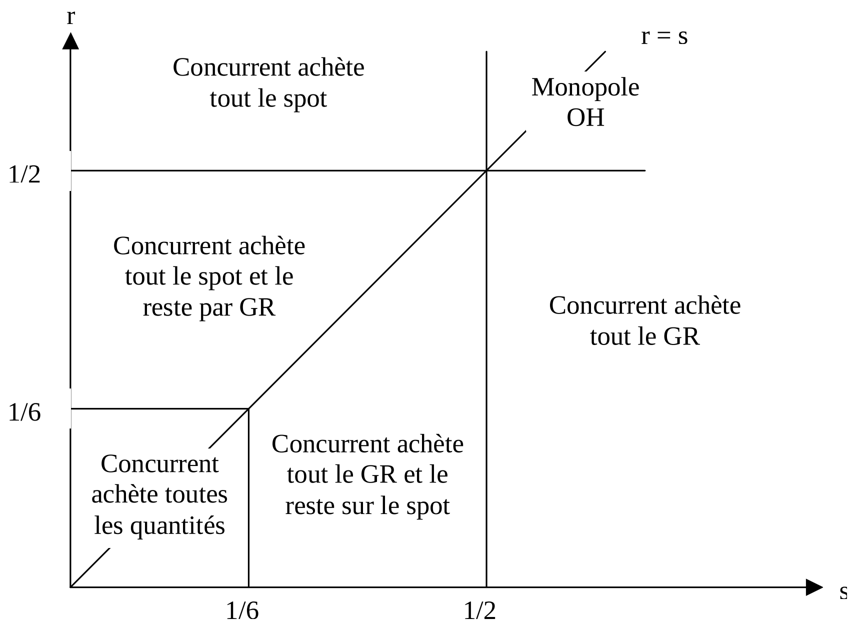
Preuve. Voir annexe 6.2. ■

Remarque 1 *Les équilibres 2 et 3 contiennent également le cas pour lequel les deux contraintes sont libres (voir annexe 6.2).*

Conclusion 6 *Finalement, trois équilibres sont possibles pour ce sous-jeu :*

	Equilibre 1	**Equilibre 2**	**Equilibre 3**
	2 saturées	K saturée	RA saturée
q_e^{s*}	$(\alpha^s K_o + K)$	$\frac{1}{2} - r^s$	$\frac{1}{2} - s$
q_o^{s*}	$\frac{1}{2} - \frac{1}{2}(\alpha^s K_o + K)$	$\frac{1}{4} + \frac{1}{2}r^s$	$\frac{1}{4} + \frac{1}{2}s$
q^{s*}	$\frac{1}{2} + \frac{1}{2}(\alpha^s K_o + K)$	$\frac{3}{4} - \frac{1}{2}r^s$	$\frac{3}{4} - \frac{1}{2}s$
$p^s(q^{s*})$	$\frac{1}{2} - \frac{1}{2}(\alpha^s K_o + K)$	$\frac{1}{4} + \frac{1}{2}r^s$	$\frac{1}{4} + \frac{1}{2}s$
K_e^{s*}	$\alpha^s K_o$	$\frac{1}{2} - K - r^s$	αK_o
K_s^*	K	K	$\frac{1}{2} - \alpha K_o - s$
λ_e^{F*}	$-\frac{3}{2}(\alpha^s K_o + K) + \frac{1}{2}$	$-\frac{1}{4} + \frac{3}{2}r^s$	$-\frac{1}{4} + \frac{3}{2}s$
μ_e^{s*}	$\frac{1}{2} - \alpha^s K_o - K - r$	0	$s - r^s$
μ_s^{s*}	$\frac{1}{2} - \alpha^s K_o - K - s$	$-s + r^s$	0
Condition d'existence de l'équilibre	$(\alpha^s K_o + K) < \frac{1}{2} - r^s$ $(\alpha^s K_o + K) \leq \frac{1}{3}$ $(\alpha^s K_o + K) < \frac{1}{2} - s$	$\frac{1}{6} \leq r^s < \frac{1}{2}$ $r^s \geq s$	$\frac{1}{6} \leq s < \frac{1}{2}$ $r^s \leq s$

Conclusion 7 *Lorsque les prix de rétrocession ou sur le spot sont inférieurs à* $\frac{1}{6}$*, alors quelque soit la proportion rétrocédée et les quantités disponibles auprès de la source alternative, le concurrent achètera toutes les quantités car le coût d'acquisition est faible. En augmentant ses approvisionnements et donc les quantités qu'il vendra sur le marché, il accroît son profit. Lorsque le prix de la source alternative augmente, alors il sature la contrainte de RA et achète le complément de sa quantité Cournot sur l'autre source d'approvisionnement. Au-delà d'un certain prix (*$s \geq \frac{1}{2}$*), il n'achète plus sur la source alternative. Il n'achète que par la RA la quantité totale rétrocédée* $\alpha^s K_o$ *car il réalise alors un profit positif au lieu d'être inactif. Lorsque le prix* $r^s \geq s$*, alors il sature la source alternative et achète le complément de sa quantité Cournot grâce à la RA. Si le prix de rétrocession est trop élevé (*$r^s \geq \frac{1}{2}$*), alors il n'achète qu'auprès de la source alternative et ne vend que K car il peut réaliser un profit positif au lieu d'être inactif et de ne rien acheter. Lorsque les deux prix sont très élevés, alors l'OH se retrouve en monopole.*



Stratégies d'achat du concurrent

4.3 L'action du régulateur

Le régulateur a pour objectif de maximiser le bien-être collectif $W^s = \Pi_o^s + \Pi_e^s + S_c^s$: $\underset{\{\alpha^s, r^s\}}{Max} W^s$ s/c $\Pi_o^s \geq 0$.

L'expression du bien-être collectif est $W^s = p^s(q^s)q^s - uK_o^s - sK_s + \frac{1}{2}{q^s}^2$. Comme $q^s < 1$, Cette expression est une fonction croissante des ventes globales effectuées sur le marché q^s. Par conséquent, pour maximiser le bien-être, le régulateur n'a aucun intérêt d'adopter une politique de régulation qui entraînerait la baisse des ventes sur le marché. Ce dernier choisira donc les mesures de régulation qui maximisent les ventes aux consommateurs finals. Il n'a donc aucune incitation à choisir une régulation asymétrique (α^s, r^s) qui contraindra le concurrent sur son offre. L'hypothèse d'approvisionnements K_o importants permet d'appuyer cette analyse. L'équilibre $(q_{e1}^{s*}, q_{o1}^{s*})$ ne sera jamais atteint.

Lorsque $r^s > s$, alors l'équilibre possible est $(q_{e2}^{s*}, q_{o2}^{s*})$. Le *welfare* est concave en r^s et décroissant pour $r^s \in \left[\frac{1}{6}, \frac{1}{2}\right]$. Le régulateur doit donc adopter une politique qui minimise le prix de rétrocession r^s. Pour cela, le seul prix acceptable dans l'intervalle est $r^{s*} = \frac{1}{6}$. Cependant, des *stranded costs* peuvent apparaître et peser sur l'activité de l'OH en lui occasionnant comme nous l'avons vu précédemment des profits négatifs. Le régulateur ne pourra pas éviter et financer les coûts échoués si les coûts de fourniture uK_o sont élevés ($uK_o > \frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2$).

Pour des coûts d'approvisionnement plus faibles, $uK_o \leq \frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2$, les *stranded costs* disparaissent. Il est alors possible de déterminer un prix de rétrocession optimal. Ce prix sera $r^{s*} = \frac{1}{6}$ si $\frac{1}{6} - \frac{1}{6}K \geq uK_o$; l'OH a négocié efficacement ses coûts d'approvisionnement, ce qui lui permet non seulement d'être compétitif mais en plus de dégager une rente liée à son activité (profit positif). Ce prix r^{s*} est une solution de premier rang car elle maximise le *welfare*. Sinon, le prix de rétrocession choisi sera $r_2^{s*} = \frac{1}{2} - \frac{2}{3}K - \frac{1}{3}\sqrt{3 - 6K + 4K^2 - 12uK_o}$, solution de $\Pi_o^s(q_{e2}^{s*}, q_{o2}^{s*}) = 0$. L'OH réalise ici un profit nul car le régulateur par sa politique lui permet de recouvrer ses coûts, y compris échoués, mais compte tenu de conditions d'approvisionnement moins bien négociées, $uK_o \in \left[\frac{1}{6} - \frac{1}{6}K, \frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2\right]$, ne lui laisse aucune rente. C'est une solution de *second best* car elle maximise le *welfare* contraint et n'est appliquée que pour éviter les *stranded costs.* Cette solution est une solution de second rang lorsque $K \leq \frac{1}{4}$, ne maximise pas le welfare contraint mais finance les coûts échoués pour $K > \frac{1}{4}$.

A cet équilibre $(q_{e2}^{s*}, q_{o2}^{s*})$, le *welfare* est indépendant de la proportion rétrocédée α_2^s. Par conséquent, et en accord avec ce que nous avons développé précédemment, le régulateur se doit de définir une proportion qui permette au concurrent de jouer ses stratégies de meilleures réponses sans contrainte. Ici, sa stratégie de meilleure réponse est $q_{e2}^{s*} = \frac{1}{2} - r^{s*}$. Par conséquent, α_2^{s*} doit être telle que $\alpha_2^{s*}K_o + K = \frac{1}{2} - r^s \Leftrightarrow \alpha_2^{s*} = \frac{1-2K-2r^{s*}}{K_o}$ avec $r^{s*} = \frac{1}{6}$ ou $r^{s*} = r_2^{s*}$. La valeur du prix dépend des conditions d'approvisionnement uK_o.

Si $s \geq r^s$, alors l'équilibre atteint est $(q_{e3}^{s*}, q_{o3}^{s*})$. Le concurrent achète toutes les quantités rétrocédées et le reste de ses ventes auprès de la source alternative.

Le *welfare* est croissant en α_3^{s*}. Le régulateur peut donc choisir une proportion de rétrocession telle que l'équilibre soit atteignable. Pour cela, le régulateur se doit de vérifier que le concurrent peut acheter auprès de la source alternative. Mathématiquement, cela signifie que la condition $K_s^* = \frac{1}{2} - \alpha_3^{s*} K_o - s$ doit être positive. Cette équation nous conduit à la condition $\alpha_3^{s*} \leq \frac{1-2s}{K_o}$. Le *welfare* étant croissant en α^s et en accord avec les hypothèses sur K_o, le régulateur peut fixer $\alpha_3^{s*} = \frac{1-2s}{K_o}$. Le *welfare* est alors maximal et, intuitivement, le concurrent n'achète aucune quantité complémentaire auprès de la source alternative plus coûteuse. Lorsque la source alternative d'approvisionnement est inefficace par rapport à la rétrocession, le régulateur est incité à appliquer une régulation asymétrique pour accroître la concurrence sur son marché et minimiser le coût de l'activité. Le prix de rétrocession est tel que $\Pi_o^s(q_{e3}^{s*}, q_{o3}^{s*}) = 0 \Leftrightarrow r_3^{s*} = \frac{-4s+16uK_o-4s^2-1}{16-32s}$. Ce prix ne peut être atteint que lorsque $uK_o \in \left]\frac{1}{16}, \frac{1}{4}\right]$ avec $s \in \left[s_4, \frac{1}{2}\right]$. Pour les autres cas, c'est-à-dire les autres valeurs possible de s lorsque $uK_o > \frac{1}{16}$, alors l'OH ne peut réaliser de profits non négatifs si $r^s < s$. Cet équilibre n'existe donc pas. En revanche, lorsque $uK_o \leq \frac{1}{16}$, l'OH est efficace, ce qui lui permet de dégager systématiquement des profits positifs. Le régulateur peut alors déterminer un prix de rétrocession $r^{s*} \geq 0$. Ce prix peut être le coût marginal ou le coût moyen d'approvisionnement. Le seul impact de ce prix se situe sur la répartition des revenus entre l'OH et son concurrent. Ce prix permet de réaliser un *trade-off* entre les profits du concurrent et de l'OH.

Proposition 2 *Le régulateur établit sa politique de régulation de façon à ce qu'elle réduise l'impact des contraintes d'approvisionnement sur le concurrent. Lorsque $s < r^s$, le régulateur peut financer les coûts échoués, laissant un profit à l'OH si ce dernier est efficace. Lorsque $s \geq r^s$, alors le régulateur recherche à minimiser le coût de l'activité en établissant sa politique de régulation. Le concurrent ne s'approvisionne qu'auprès des quantités rétrocédées pour jouer sa meilleure réponse.*

Preuve. Annexe 6.3. ■

5 Conclusion

L'application d'une RA permet de rendre les concurrents actifs sur le marché. L'impact sur la concurrence est positif. Cependant, il est nécesssaire pour le régulateur de contrôler ces entrées pour éviter deux types d'écueils. Le premier est que l'entrant ne s'avère en réalité inefficace. Les efficacités productive et allocative sont alors impactées négativement pas cette entrée. La seconde est d'éviter des comportements collusifs, la RA créant des interactions supplémentaires entre les agents. Ces stratégies sont d'autant plus probables lorsque ce sont les capacités de production de l'OH qui sont rétrocédées. La mise en place de cette concurrence forcée modifie artificiellement le contexte concurrentiel et réglementaire dans lequel les acteurs opèrent. Certains investissements effectués par l'OH sont susceptibles de se trouver non rentables. Ces coûts échoués pénalisent l'opérateur en place. Le régulateur peut alors établir une politique de régulation qui permette au concurrent d'être actif sur le marché de détail tout en finançant ces coûts échoués. Il fixe les quantités rétrocédées et le prix de rétrocession de manière à maximiser le bien-être collectif en s'assurant d'un profit positif ou nul pour l'OH lorsque ses conditions d'approvisionnement le permettent. Si les coûts d'approvisionnement de l'OH sont efficaces, alors le régulateur peut systématiquement éviter le poids de ces *stranded costs* en les finançant à l'aide du prix de rétrocession. En cas de forte efficacité, l'OH réalise des profits positifs même sans intervention du régulateur. Les solutions trouvées maximisent le *welfare* pour un OH efficace, mais seront parfois des solutions de second rang en cas de moindre efficacité. Le *welfare* sera alors impacté et, pour qu'il reste maximal, le régulateur peut ne pas être incité à financer ex ante ces *stranded costs*. L'intuition est alors que l'augmentation du prix de rétrocession, et l'impact concurrentiel de réduction de l'offre sur le marché en découlant, sont plus importants que les pertes subies par l'OH. Un mode de financement ex post pour conserver l'OH actif sur le marché peut être préféré. En présence d'une source alternative d'approvisionnement à la régulation asymétrique, la politique de régulation dépend du prix de cette nouvelle source disponible. Lorsque le prix de la source alternative est inférieur au prix de rétrocession, des prix Ramsey-Boîteux permettent de financer les *stranded costs*. L'offre du concurrent se répartit alors entre achat de la quantité maximale sur le marché alternatif et achat du complément par l'intermédiaire de la RA. Lorsque le prix de la source alternative d'approvisionnement est plus élevé que le prix de rétrocession, le régulateur, pour conserver l'efficacité de la mesure et de l'activité, fixe sa politique de manière à ce que le concurrent puisse s'approvisionner uniquement auprès de l'OH à un faible coût.

6 Références

Abel, J. and Clements, M. (2001), "Entry under Asymetric Regulation", *Review of Industrial Organization*, vol.19, n°2, pp. 227-242.

Aghion, P. and Bolton, P. (1987), "Contracts as a Barrier to Entry", *American Economic Review*, vol.77, n°3, pp. 388-405.

Armstrong, M., Cowan S. and Vickers, J. (1994), *Regulatory Reform : Economic Analysis and British Experience*, Cambridge, MIT Press.

Armstrong, M. (1999), *Regulation and Inefficient Entry : Economic Analysis and British Experience*, Oxford, Nuffield College.

Baron, D.P. and Myerson, R.B. (1982), "Regulating a Monopolist with Unknown Costs", *Econometrica*, vol.50, n°4, pp. 911-930.

Baumol, W., Panzar, J. and Willig, R. (1982), *Contestable markets and the theory of industry structure*, San Diego, Harcourt-Brace-Jovanovich.

Baumol, W. J. and Sidak, J. G. (1995), "Stranded Costs", *Harvard Journal of Law & Public Policy*, vol.18, n°3, pp. 835-849.

Beard, T.R., Kaserman, D.L. and Mayo, J.W. (2003), "Regulation, competition, and the optimal recovery of stranded costs", *International Journal of Industrial Organization*, vol.21, n°10, pp. 831-848.

Beesley, M.E. (1997), *Privatization, regulation and deregulation*, second ed., London, Routledge.

Bernheim, B.D. and Whinston, M.D. (1990), "Multimarket contact and collusive behaviour", *Rand Journal of Economics*, vol.21, n°1, pp. 1-26.

Berry, S.K. (2000), "Stranded costs, access charges, and ramsey pricing in the U.S. electric utility industry", *Quarterly Review of Economics and Finance*, vol.40, n°4, pp. 503-517.

Borenstein, S. (2002), "The trouble with the electricity markets : understanding California's restructuring disaster", *Journal of Economic Perspectives*, vol.16, n°1, pp. 191-211.

Bremberger, C., Bremberger, F. and Rammerstorfer, M. (2012), "The Impact of Different Unbundling Scenarios on Wholesale Prices in Energy Markets", *Energy Journal*, vol.33, n°3, pp. 183-214.

Breton, M. and Zaccour, G. (2001), "Equilibria in an asymmetric duopoly facing a security constraint", *Energy Economics*, vol. 23, n°4, pp. 457-475.

Brock, W.A. and Scheinkman, J.A. (1985), "Price Setting Supergames with Capacity Constraints", *Review of Economic Studies*, vol.52, n°3, pp. 371-382.

Carsberg, B. (1993), "Promoting entry into regulated industries", in M. Beesley (ed.), *Majors Issues in Regulation*, London, Institute of Economic Affairs, pp. 89-98.

Chaton, C., Gasmi, F., Guillerminet, M-L. and Oviedo, J-D. (2008), "Un instrument de court terme pour stimuler la concurrence : le gas release", *Revue économique*, vol.59, n°3, pp. 475-486.

Chaton, C., Gasmi, F., Guillerminet, M-L. and Oviedo, J-D. (2012), "Gas release and transport capacity investment as instruments to foster competition in gas market", *Energy Economics*, vol.34, n°5, pp. 1251-1258.

Clastres, C. (2005), *Le gas release comme facteur d'incitation à la concurrence dans l'industrie gazière européenne*, PhD Thesis, Montpellier, Université I.

Clastres, C. and David, L. (2009), "The impact of asymmetric regulation on surplus and welfare : the case of gas release programmes", *Opec Energy Review*, vol.33, n°2, pp. 97-110.

Compte, O., Jenny, F. and Rey, P., 2002, "Capacity constraints, mergers and collusion", *European Economic Review*, vol.46, n°1, pp. 1-29.

Crampes, C. and Hollander, A. (1995), "Duopoly et quality standards", *European Economic Review*, vol.39, n°1, pp. 71-82.

Crampes, C. and Creti, A. (2005), "Capacity Competition in Electricity Markets", *Economia delle fonti di energia e dell'ambiente*, vol.48, n°2, pp. 59-83.

Davidson, C. and Deneckere, R.J. (1984), "Horizontal mergers and collusive behaviour", *International Journal of Industrial Organization*, vol.2, n°2, pp. 117-132.

Davidson, C. and Deneckere, R.J. (1986), "Long-run competition in capacity, short-run competition in price, and the Cournot model", *Rand Journal of Economics*, vol.17, n°3, pp. 404-415.

Davidson, C. and Deneckere, R.J. (1990), "Excess capacity and collusion", *International Economic Review*, vol.31, n°3, pp. 521-541.

European Commission (2007), "DG Competition Report on Energy Sector Enquiry", DG Competition, Brussels, January 10.

European Commission (2009a), "Directive 2009/72/EC of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC".

European Commission (2009b), "Directive 2009/73/EC of the European Parliament and of the Council of of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in natural gas and repealing Directive 2003/55/EC".

European Commission (2012), "DG Energy Market Observatory For Energy", *Quarterly report on European gas markets*, vol.5, n°1, pp. 1-33.

Fanone, E., Gamba, A. and Prokopczud, M. (2013), "The case of negative day-ahead electricity prices", *Energy Economics*, vol.35, pp. 22-34.

Finon, D. and Perez, Y. (2008), "Investment risk allocation in restructured electricity markets : The needs of vertical arrangements", Larsen, Fontenay-aux-Roses, working paper n°12.

Foros, O., Kind, H.J. and Sogard, L. (2002), "Access Pricing, Quality Degradation, and Foreclosure in the Internet", *Journal of Regulatory Economics*, vol.22, n°1, pp. 59-83.

Fraysse, J. and Moreaux, M. (1985), "Collusive Equilibria in oligopolies with Finite Lives", *European Economic Review*, vol.27, n°1, pp. 45-55.

Gelman„ J.R. and Salop, S.C. (1983), "Judo economics : capacity limitation and coupon competition", *Bell Journal of Economics*, Vol.14, n°2, pp. 315-325.

Glachant, J.M. and Perez, Y. (2010), "L'analyse économique appliquée à la problématique des effacements diffus", *Revue de l'énergie*, n°597, pp. 312-321.

Green, R., 2007, *EU Regulation and Competition Policy among the Energy Utilities*, Birmingham, Institute for Energy Research and Policy.

Green, R. and Newberry, D. (1992), "Competition in the British Electricity spot Market", *Journal of Political Economy*, vol.100, n°5, pp. 929-953.

Haskel, J. and Martin, C. (1994), "Capacity and competition : Empirical evidence on UK panel data", *Journal of Industrial Economics*, vol.XLII, n°1, pp. 23-44.

Helm, D. (2003), "Auctions in energy networks", *Utilities Policy*, vol.11, n°1, pp. 21-25.

Ivaldi, M., Jullien, B., Rey, P., Seabright, P. and Tirole, J. (2003a), "The Economics of Tacit Collusion", Final Report for DG Competition, European Commission, March.

Ivaldi, M., Jullien, B., Rey, P., Seabright, P. and Tirole, J. (2003b), "The Economics of Unilateral Effects", Final Report for DG Competition, European Commission, November.

Joskow, P.L. (1996), "Does Stranded Cost Recovery Distort Competition ?", *Electricity Journal*, vol.9, n°3, pp. 31-45.

Joskow, P.L. (2008), "Incentive Regulation and Its Application to Electricity Networks", *Review of Networks Economics*, vol.7, n°4, pp. 547-560.

Keles, D., Genoese, M., Most, D. and Fichtner, W. (2012), "Comparison of extended mean-reversion and time series models for electricity spot price simulation considering negative prices", *Energy Economics*, vol. 34, n°4, pp.1012-1032.

Kolbe, A.L. and Tye, W.B. (1996), "Compensation for the risk of stranded costs", *Energy Policy*, vol.24, n°12, pp. 1025-1050.

Kreps, D. and Scheinkman, J. (1983), "Quantity precommitment and Bertrand competition yield Cournot outcomes", *Bell Journal of Economics*, vol.14, n°2, pp. 326-337.

Laffont, J-J. (1992), "Théorie des incitations et nouvelles formes de réglementation", *Problèmes économiques*, n° 2291, pp. 14-20.

Laffont, J-J. and Martimort, D. (2002), *The Theory of Incentives : the principal-agent model*, Princeton University Press.

Lambson, V.E. (1995), "Optimal penal codes in nearly symmetric Bertrand supergames", *Journal of Mathematical Economics*, vol.24, n°1, pp. 1-22.

Lesser, J. and Ainspan, M. (1996), "Using Markets to Value Stranded Costs", *Electricity Journal*, vol.9, n°8, pp. 66-74.

Levitan, R. and Shubik, M. (1972), "Price duopoly and capacity constraints", *International Economic Review*, vol.13, n°1, pp. 111-122.

Lyon, T. P. and Huang, H. (1995), "Asymmetric regulation and incentives for innovation", *Industrial and corporate change*, vol.4, n°4, pp. 769-776.

Maloney, M.T. and Sauer, R. D. (1998), "A Principal Approach to the Stranded Cost Issue", *Electricity Journal*, vol.11, n°3, pp. 58-64.

Newberry, D. (2003), "Network capacity auctions : promise and problems", *Utilities Policy*, vol.11, n°1, pp. 27-32.

Nunez, K. (2007), "Electric utility deregulation : Stranded costs vs. stranded benefits", *Journal of Accounting and Public Policy*, vol.26, n°2, pp. 193-211.

Penard, T. (1997), "Choix de capacités et comportements stratégiques. Une approche par les jeux répétés", *Annales d'économie et de statistique*, n°46, pp. 203-224.

Penard, T. and Souam, S. (2002), "Collusion et politique de la concurrence en information asymétrique", *Annales d'économie et de statistique*, n°66, pp. 209-233.

Perrucci, A. and Cimatoribus, M. (1997), "Competition, convergence and asymmetry in telecommunications regulation", *Telecommunications Policy*, vol.21, n°6, pp. 493-512.

Polo, M. and Scarpa, C. (2003), "Entry without competition", Milano, Università Bocconi, IGIER working paper n°245.

Schankerman, M. (1996), "Symetric regulation for competitive telecommunications", *Information Economics and Policy*, vol.8, n°1, pp. 3-23.

Schankerman, M. and Waverman, L. (1997), "Asymmetric Regulation, Asymmetric Information and Competition in Multimedia Markets". http ://businessinnovation.berkeley.edu/crtp/publications/asymreg.pdf

Smeers, Y. (1997), "Computable equilibrium models and the restructuring of the european electricity and gas market", *Energy Journal*, vol.18, n°4, pp. 1-31.

Spulber, D.F. (1995), "Bertrand competition when rivals' costs are unknown", *Journal of Industrial Economics*, vol.18, n°1, pp. 1-11.

Stern, J. and Turvey, R. (2003), "Auctions of capacity in network industries", *Utilities Policy*, vol.11, n°1, pp. 1-8.

Suzzoni, P. (2009), "Are regulated prices against the market ?", *European Review of Energy Markets*, vol.3, n°3, pp. 1-31.

Tasnadi, A. (1999), "A two-stage Bertrand-Edgeworth game", *Economics letters*, vol.65, n°3, pp. 353-358.

Tirole, J. (1993), *Théorie de l'organisation industrielle*, tome II, Paris, Economica.

Tye, W.B. and Graves, F.C. (1996), "Stranded Cost Recovery and Competition on Equal Terms", *Electricity Journal*, vol.9, n°10, pp. 61-70.

Yarrow, G. (2003), "Capacity auctions in the UK energy sector", *Utilities Policy*, vol.11, n°1, pp. 9-20.

7 Annexes

7.1 Annexe 1 : Equilibre de monopole public régulé

L'OH est un monopole public qui recherche à maximiser le *welfare* $W^{RB} = \Pi_o^{RB} + S_c^{RB} = p(q^{RB})q^{RB} - uK_o + \frac{1}{2}\left(q^{RB}\right)^2$ sous la contrainte d'un profit positif ou nul. Le programme est donc $\begin{cases} \underset{q^{RB}}{Max} W^{RB} \\ s/c\ \Pi_o^{RB} \geq 0 \ \ (\lambda^{RB}) \end{cases}$. L'équilibre de Ramsey-Boiteux nous conduit à une situation pour laquelle le profit est nul et le multiplicateur de Kuhn et Tucker λ^{RB} positif. Après formation de la fonction de Lagrange $L^{RB} = \Pi_o^{RB} + S_c^{RB} + \lambda^{RB}\Pi_o^{RB}$, l'équilibre nous est donné par le système suivant : $\begin{cases} \frac{\partial L^{RB}}{\partial q^{RB}} = 0 \qquad (1) \\ (1 - q^{RB})q^{RB} - uK_o = 0 \text{ et } \lambda^{RB} > 0 \qquad (2) \end{cases}$.

La discussion sur l'état des contraintes (condition 2) nous conduit à un multiplicateur positif et un profit nul. Deux racines sont solutions : $q^{RB1} = \frac{1}{2}\sqrt{1-4uK_o} + \frac{1}{2}$ et $q^{RB2} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{1-4uK_o}$; Les deux sont positives pour $uK_o \in [0, \frac{1}{4}]$ et inférieures à 1 ce qui leur permet d'être solution. Cependant, le *welfare* étant croissant en quantité, q^{RB1} sera solution.

Par conséquent, $q^{RB*} = \frac{\sqrt{1-4uK_o}+1}{2}$. Cette racine existe, est toujours positive pour $uK_o \in]0, \frac{1}{4}]$ et toujours inférieure à 1.

La condition (1) nous permet de calculer la valeur du multiplicateur λ^{RB*} connaissant q^{RB*} : (1) $\Leftrightarrow$

$\lambda^{RB*} - q^{RB*} - 2q^{RB*}\lambda^{RB*} + 1 = 0 \Leftrightarrow \lambda^{RB*} = \frac{1-\sqrt{1-4uK_o}}{2\sqrt{1-4uK_o}}$. Ce multiplicateur est positif pour $uK_o \in]0, \frac{1}{4}]$.

$\frac{1-\sqrt{1-4uK_o}}{2\sqrt{1-4uK_o}} > 0 \Leftrightarrow 1 - \sqrt{1-4uK_o} > 0 \Leftrightarrow 1 - (1-4uK_o)^2 > 0 \Leftrightarrow -8uK_o(2uK_o - 1) > 0 \Leftrightarrow 2uK_o - 1 < 0 \Leftrightarrow uK_o < \frac{1}{2}$.

Nous pouvons tirer de ces valeurs à la fois le prix de vente du bien $p^{RB*} = \frac{1-\sqrt{1-4uK_o}}{2}$ ainsi que le *welfare* $W^{RB*} = Sc^{RB*} = \frac{1}{2}(q^{RB*})^2 = \frac{1}{4}\sqrt{1-4Ku} - \frac{1}{2}Ku + \frac{1}{4}$.

Toutes ces variables sont positives pour $uK_o \in]0, \frac{1}{4}]$. Nous retenons cet intervalle pour borner les conditions d'approvisionnement de l'OH.

7.2 Annexe 2 : La situation de Cournot non contraint

La détermination des stratégies d'équilibre suit les conditions nécessaires de premier ordre : $\begin{cases} \frac{\partial \Pi_o(q_e,q_o)}{\partial q_o} = 0 \\ \frac{\partial \Pi_e(q_e,q_o)}{\partial q_e} = 0 \end{cases}$. Ce système nous donne les deux conditions de premier ordre suivantes : $\begin{cases} (1-q_e-q_o)-q_o=0 \\ (1-q_e-q_o)-q_e-v=0 \end{cases}$ qui nous permettent de déterminer les fonctions de réaction de chaque opérateur et un équilibre de Cournot : $\begin{cases} q_o = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}q_e \\ q_e = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}q_o - \frac{1}{2}v \end{cases} \Longleftrightarrow \begin{cases} q_o^* = \frac{1}{3} + \frac{1}{3}v \\ q_e^* = \frac{1}{3} - \frac{2}{3}v \end{cases}$. Les conditions de second ordre sont ici vérifiées car $\frac{\partial^2 \Pi_i(q_e,q_o)}{\partial^2 q_i} = -2$, $i = e, o$.

Le profit d'équilibre du concurrent est alors $\Pi_e^*(q_e,q_o) = (P\left(q_e^* + q_o^*\right) - v)\, q_e^* = (\frac{1}{3} - \frac{2}{3}v)^2$, expression qui est toujours positive. En revanche, q_e^* peut être négative ou nulle si $\frac{1}{3} - \frac{2}{3}v \leq 0 \Longleftrightarrow v \geq \frac{1}{2} = v_i$.

Le profit de l'opérateur historique peut être négatif en raison des *stranded costs* si ses conditions d'approvisionnement sont mal négociées par rapport aux coûts d'approvisionnement v de son concurrent : $\sqrt{uK_o} < \frac{1}{3} + \frac{1}{3}v$ pour un $\Pi_o^* \geq 0$.

7.3 Annexe 3 : Equilibres sur le marché final et régulation asymétrique

Chaque acteur recherche à optimiser son profit. L'OH ne subit aucune contrainte. Son programme est donc $q_o^* = arg\{\underset{q_o}{Max}\Pi_o^A = p(q)q_o - uK_o + rq_e\}$. Le concurrent subit une contrainte sur ses approvisionnements. Son programme est donc $q_e^* = arg\{\underset{q_e}{Max}\Pi_e = p(q)q_e - rq_e \text{ s/c } q_e \leq \alpha K_o\}$. Nous associons le multiplicateur de Kuhn et Tucker λ_e à la contrainte. Pour résoudre le programme du concurrent, nous passons par la formation du lagrangien. Son programme devient donc $q_e^* = arg\{\underset{q_e}{Max}L_e = p(q)q_e - rq_e + \lambda_e(\alpha K_o - q_e)\}$.

Les conditions nécessaires de premier ordre se calculent facilement :

$$\begin{cases} \frac{d\Pi_o^A}{dq_o} = 1 - 2q_o - q_e = 0 \\ \frac{dL_e}{dq_e} = 1 - \lambda_e - 2q_e - q_o - r = 0 \\ \lambda_e(\alpha K_o - q_e) = 0 \end{cases}.$$

Elles nous donnent les fonctions de réaction des deux opérateurs :

$$\begin{cases} q_o = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}q_e \\ q_e = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\lambda_e - \frac{1}{2}q_o - \frac{1}{2}r \\ \lambda_e(\alpha K_o - q_e) = 0 \end{cases}.$$

<u>Discussion sur l'état de la contrainte</u>

Lorsque la contrainte est libre, alors $\lambda_e = 0$. Les conditions de premier ordre nous donnent $\begin{cases} q_o = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}q_e \\ q_e = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}q_o - \frac{1}{2}r \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} q_o^* = \frac{1}{3}r + \frac{1}{3} \\ q_e^* = \frac{1}{3} - \frac{2}{3}r \end{cases}$.

Cet équilibre existe pour $r < \frac{1}{2}$ et $\frac{1-2r}{3K_o} < \alpha$ c'est-à-dire :

$$\begin{cases} q_e^* = \frac{1}{3} - \frac{2}{3}r > 0 \Leftrightarrow \mathbf{r} < \frac{1}{2} \\ q_e^* = \frac{1}{3} - \frac{2}{3}r < \alpha K_o \Leftrightarrow \frac{1-2r}{3K_o} < \boldsymbol{\alpha} \\ q^* = \frac{1}{3} - \frac{2}{3}r + \frac{1}{3}r + \frac{1}{3} = \frac{2}{3} - \frac{1}{3}r < 0 \Leftrightarrow r > 2 \\ p^*(q^*) = (1 - \frac{2}{3} + \frac{1}{3}r) = \frac{1}{3}r + \frac{1}{3} \end{cases}.$$

Lorsque la contrainte est saturée, alors $\lambda_e > 0$ et $q_e^* = \alpha K_o$. Les conditions de premier ordre nous donnent $\begin{cases} q_o = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\alpha K_o \\ \alpha K_o = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\lambda_e - \frac{1}{2}q_o - \frac{1}{2}r \end{cases}$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \lambda_e^* = \frac{1}{2} - \frac{3}{2}\alpha K_o - r \\ q_o^* = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\alpha K_o \end{cases}.$$

Cet équilibre existe pour $r < \frac{1}{2}$ et $\alpha \leq \frac{1-2r}{3K_o}$ c'est-à-dire :

$$\begin{cases} q_o^* = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\alpha K_o > 0 \Leftrightarrow \alpha < \frac{1}{K_o} \\ \lambda_e^* = \frac{1}{2} - \frac{3}{2}\alpha K_o - r \geq 0 \Leftrightarrow \alpha \leq \frac{1-2r}{3K_o} \\ \frac{1-2r}{3K_o} > 0 \Leftrightarrow r < \frac{1}{2} \\ q^* = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\alpha K_o + \alpha K_o = \frac{1}{2}\alpha K_o + \frac{1}{2} \\ p^*(q^*) = 1 - (\frac{1}{2}\alpha K_o + \frac{1}{2}) = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\alpha K_o \end{cases}.$$

Finalement, deux équilibres sont solutions :

	Equilibre Contrainte libre	Equilibre Contrainte saturée
q_o^*	$\frac{1}{3}r + \frac{1}{3}$	$\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\alpha K_o$
q_e^*	$\frac{1}{3} - \frac{2}{3}r$	αK_o
q^*	$\frac{2}{3} - \frac{1}{3}r$	$\frac{1}{2}\alpha K_o + \frac{1}{2}$
$p^*(q^*)$	$\frac{1}{3}r + \frac{1}{3}$	$\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\alpha K_o$
λ_e^*	0	$\frac{1}{2} - \frac{3}{2}\alpha K_o - r$
Cdts existence	$r < \frac{1}{2}$ et $\frac{1-2r}{3K_o} < \alpha$	$r < \frac{1}{2}$ et $\alpha \leq \frac{1-2r}{3K_o}$

7.4 Annexe 4 : Le choix de la politique de régulation

Choix de la proportion

Le régulateur, étant en information complète et parfaite, choisit l'équilibre non contraint pour maximiser l'offre de bien sur le marché. En effet, le régulateur pour maximiser le *welfare* doit maximiser les quantités offertes sur le marché. C'est le cas lorsque nous sommes à l'équilibre non contraint. Le régulateur a intérêt de choisir une proportion qui ne contraint pas l'entrant pour optimiser les quantités offertes sur le marché. Il n'a pas d'incitation à rétrocéder davantage que q_e^* car le concurrent n'achètera jamais plus que sa stratégie de meilleure réponse. Donc l'équilibre atteint va être celui pour lequel la contrainte est inactive. La proportion optimale sera telle que $q_e^* = \alpha^* K_o \Leftrightarrow \alpha^* K_o = \frac{1}{3} - \frac{2}{3}r \Leftrightarrow \alpha^* = \frac{1-2r}{3K_o}$.

Choix du prix r

$r^* = arg\ \{\underset{r}{Max}\ W = (1 - q^*)q^* - uK_o + \frac{1}{2}\left(q^*\right)^2\}$

$\Leftrightarrow r^* = arg\ \{\underset{r}{Max}\ W = (1 - (\frac{2}{3} - \frac{1}{3}r))(\frac{2}{3} - \frac{1}{3}r) - uK_o + \frac{1}{2}\left((\frac{2}{3} - \frac{1}{3}r)\right)^2\}$.

La condition de premier ordre, $\frac{dW}{dr} = -\frac{1}{9}r - \frac{1}{9} = 0$, nous permet de noter que pour $r \geq 0$, le *welfare* est décroissant. Le régulateur est incité à choisir le prix le plus faible pour maximiser ce dernier. Il choisira donc $r^* = 0$, c'est-à-dire une tarification au coût marginal d'approvisionnement de l'OH. Il évite en tarifant à ce niveau la double marge. C'est une situation de premier rang.

En remplaçant le prix d'équilibre r^* dans les équations des valeurs d'équilibre, nous obtenons l'équilibre final du jeu :

	Equilibre final
q_o^*	$\frac{1}{3}$
q_e^*	$\frac{1}{3}$
q^*	$\frac{2}{3}$
p^*	$\frac{1}{3}$
r^*	0
α^*	$\frac{1}{3K_o}$
λ_e^*	0

7.5 Annexe 5 : le régulateur maximise le *welfare* sous contrainte d'un profit nul

Le programme d'optimisation s'écrit :

$$\begin{cases} r^{SB*} = \arg\{\underset{r}{Max} W = (1-q^*)q^* - uK_o + \frac{1}{2}(q^*)^2\} \\ \quad \text{s/c } p(q^*)q_o^* - uK_o + rq_e^* \geq 0 \quad (\mu_o) \end{cases}$$

Le lagrangien s'écrit $L_o = (1-q^*)q^* - uK_o + \frac{1}{2}(q^*)^2 + \mu_o(p(q^*)q_o^* - uK_o + rq_e^*) \Leftrightarrow$

$L_o = (1-(\frac{2}{3}-\frac{1}{3}r))(\frac{2}{3}-\frac{1}{3}r) - uK_o + \frac{1}{2}\left((\frac{2}{3}-\frac{1}{3}r)\right)^2 + \mu_o(1-(\frac{2}{3}-\frac{1}{3}r))(\frac{1}{3}r + \frac{1}{3}) - uK_o + r(\frac{1}{3}-\frac{2}{3}r)) \Leftrightarrow L_o = \frac{2}{9}r + \frac{1}{9}\mu_o + \frac{2}{9}r\mu_o - 2uK_o + \frac{1}{9}r^2\mu_o - \frac{13}{18}r^2 + \frac{4}{9}$.

Les conditions nécessaires de premier ordre se déduisent :

$$\begin{cases} \frac{dL_o}{dr} = \frac{2}{9}\mu_o - \frac{13}{9}r + \frac{2}{9}r\mu_o + \frac{2}{9} = 0 \\ \mu_o[p(q^*)q_o^* - uK_o + rq_e^*] \geq 0 \end{cases}$$

Discussion sur l'état des contraintes

La contrainte libre nous renvoie au cas précédent avec un profit pour l'OH positif pour $uK_o \in [0, \frac{1}{9}]$.

La contrainte saturée implique que $\mu_o > 0$ pour qu'il y ait un équilibre. Nous reprenons ici l'équilibre 1 du sous-jeu trouvé précédemment (annexe 2).

Le profit de l'OH se doit alors d'être nul : $\Pi_o^{SB} = (1-(\frac{2}{3}-\frac{1}{3}r))(\frac{1}{3}r+\frac{1}{3}) - uK_o + r(\frac{1}{3}-\frac{2}{3}r) = -\frac{5}{9}r^2+\frac{5}{9}r - uK_o + \frac{1}{9} = 0$. Cette équation nous donne deux solutions $r_1^{SB} = \frac{3}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}+\frac{1}{2}$ et $r_2^{SB} = \frac{1}{2}-\frac{3}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}$. Ces deux racines ont les caractéristiques suivantes :

$$\begin{cases} r_1^{SB} > 0 \text{ est toujours vérifié} \\ r_2^{SB} > 0 \Leftrightarrow uK_o > \frac{1}{9} \\ r_2^{SB} < \frac{1}{2} \text{ est toujours vérifié} \\ r_1^{SB} > \frac{1}{2} \text{ est toujours vérifié car } \frac{3}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o} > 0 \end{cases}.$$

Le seul prix qui soit possible est $r^{SB*} = r_2^{SB} = \frac{1}{2}-\frac{3}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}$ avec $uK_o > \frac{1}{9}$. Cette valeur nous permet de calculer le multiplicateur grâce aux conditions de premier ordre : $\frac{2}{9}\mu_o - \frac{13}{9}r + \frac{2}{9}r\mu_o + \frac{2}{9} = 0 \Leftrightarrow \frac{2}{9}\mu_o - \frac{13}{9}(\frac{1}{2} - \frac{3}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}) + \frac{2}{9}(\frac{1}{2}-\frac{3}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o})\mu_o + \frac{2}{9} = 0$

$\Leftrightarrow \mu_o^{SB*} = \frac{13\sqrt{5}\sqrt{-4uK_o+1}-15}{2\sqrt{5}\sqrt{-4uK_o+1}-10}$.

Par conséquent, pour $uK_o \in]\frac{1}{9},\frac{1}{4}]$, l'équilibre donné par r^{SB*} annule le profit de l'OH et maximise le *welfare* contraint : c'est une solution de second rang.

Pour $uK_o \in]\frac{1}{9},\frac{1}{4}]$, le nouvel équilibre du jeu est :

	Equilibre Ramsey-Boiteux
q_o^{SB*}	$\frac{1}{2}-\frac{1}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}$
q_e^{SB*}	$\frac{1}{5}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}$
q^{SB*}	$\frac{1}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}+\frac{1}{2}$
p^{SB*}	$\frac{1}{2}-\frac{1}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}$
r^{SB*}	$\frac{1}{2}-\frac{3}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}$
$\alpha^{SB}*$	$\frac{1}{5}\frac{\sqrt{5}}{K_o}\sqrt{1-4uK_o}$
λ_e^{SB*}	0
μ_o^{SB*}	$\frac{13\sqrt{5}\sqrt{-4uK_o+1}-15}{2\sqrt{5}\sqrt{-4uK_o+1}-10}$
Conditions d'existence	$uK_o \in]\frac{1}{9},\frac{1}{4}]$

Toutes les variables existent et se comportent bien pour cet équilibre. Nous noterons $X = uK_o$.

<u>Etude de q_o^{SB*}</u>

- $\frac{dq_o^{SB*}}{dX} = \frac{1}{5}\frac{\sqrt{5}}{\sqrt{1-4X}} > 0 \Leftrightarrow$ Les ventes de l'OH sont croissantes avec ses conditions d'approvisionnement. En effet, le prix de rétrocession étant croissant avec ses conditions d'approvisionnement, l'offre du concurrent est décroissante avec ces derniers ce qui augmente l'offre de l'OH sur le marché. En revanche, l'offre globale diminue ce qui augmente le prix final.
- Limites de q_o^* aux bornes de l'intervalle d'étude :
$\begin{cases} \underset{X\to\frac{1}{9}}{Lim} q_o^{SB*} = \frac{1}{3} \\ \underset{X\to\frac{1}{4}}{Lim} q_o^{SB*} = \frac{1}{2} \end{cases}.$

<u>Etude de q_e^{SB*}</u>

- $\frac{dq_e^{SB*}}{dX} = -\frac{2}{5}\frac{\sqrt{5}}{\sqrt{1-4X}} < 0 \Leftrightarrow$ Les ventes du concurrent sont décroissantes avec les conditions d'approvisionnement de l'OH.
- Limites de q_e^{SB*} aux bornes de l'intervalle d'étude :
$\begin{cases} \underset{X\to\frac{1}{9}}{Lim} q_e^{SB*} = \frac{1}{3} \\ \underset{X\to\frac{1}{4}}{Lim} q_e^{SB*} = 0 \end{cases}$. Le concurrent, dans le cas d'un approvisionnement très inefficace de la part de l'OH, ne trouve pas profitable d'intervenir sur le marché car le prix de rétrocession est trop élevé.

<u>Etude de p^{SB*}</u>

- $\frac{dp^{SB*}}{dX} = \frac{1}{5}\frac{\sqrt{5}}{\sqrt{1-4X}} > 0 \Leftrightarrow$ Le prix de vente sur le marché final croît avec les conditions d'approvisionnement de l'OH.
- Limites de p^{SB*} aux bornes de l'intervalle d'étude :
$\begin{cases} \underset{X\to\frac{1}{9}}{Lim} p^{SB*} = \frac{1}{3} \\ \underset{X\to\frac{1}{4}}{Lim} p^{SB*} = \frac{1}{2} \end{cases}.$

<u>Etude de r^{SB*}</u>

- $\frac{dr^{SB*}}{dX} = \frac{3}{5}\frac{\sqrt{5}}{\sqrt{1-4X}} > 0 \Leftrightarrow$ Le prix de rétrocession croît avec les conditions d'approvisionnement de l'OH.
- Limites de r^{SB*} aux bornes de l'intervalle d'étude :
$\begin{cases} \underset{X\to\frac{1}{9}}{Lim} r^{SB*} = 0 \\ \underset{X\to\frac{1}{4}}{Lim} r^{SB*} = \frac{1}{2} \end{cases}.$

Etude de α^{SB*}

- $\frac{d\alpha^{SB*}}{dX} = -\frac{2}{5}\frac{\sqrt{5}}{K_o\sqrt{1-4X}} < 0 \Leftrightarrow$ La proportion rétrocédée est décroissante avec les conditions d'approvisionnement. Les quantités du concurrent diminuant avec les conditions d'approvisionnement de l'OH explique cette intuition.
- Limites de α^{SB*} aux bornes de l'intervalle d'étude :

$$\begin{cases} \underset{X\to\frac{1}{9}}{Lim}\alpha^{SB*} = \frac{1}{3K_o} \text{ ce qui est } < 1 \text{ car } K_o > q^* > \frac{1}{2} \\ \underset{X\to\frac{1}{4}}{Lim}\alpha^{SB*} = 0 \end{cases}.$$

Les profits de l'OH sont ici nuls : $\Pi_o^{SB^*} = (\frac{1}{2} - \frac{1}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o})(\frac{1}{2} - \frac{1}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}) + (\frac{1}{2} - \frac{3}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o})(\frac{1}{5}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}) - uK_o = 0$ et le profit de l'entrant est égal à :

$\Pi_e^{SB^*} = p(q)q_e - rq_e = (\frac{1}{2} - \frac{1}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o})(\frac{1}{5}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}) - (\frac{1}{2} - \frac{3}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o})(\frac{1}{5}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o}) = \frac{1}{5} - \frac{4}{5}uK_o > 0$

Ils sont plus faibles que précédemment : $\Pi_e^{SB^*} - \Pi_e^* = \frac{1}{5} - \frac{4}{5}uK_o - \frac{1}{9} = \frac{4}{45} - \frac{4}{5}uK_o < 0$. En effet, ses coûts d'approvisionnement sont plus élevés ce qui réduit les quantités qu'il va proposer sur le marché, réduction non compensée par une augmentation du prix sur le marché final.

Le *welfare* est lui aussi impacté par ce financement des *stranded costs* $W^{SB*} = \frac{1}{5} - \frac{4}{5}uK_o + \frac{1}{2}(\frac{1}{10}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o} + \frac{1}{2})^2 = \frac{1}{20}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o} - \frac{9}{10}uK_o + \frac{7}{20} > 0$

$W^* - W^{SB*} = \frac{4}{9} - uK_o - (\frac{1}{20}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o} - \frac{9}{10}uK_o + \frac{7}{20}) = \frac{17}{180} - \frac{1}{10}uK_o - \frac{1}{20}\sqrt{5}\sqrt{1-4uK_o} > 0$ pour $uK_o > \frac{1}{9}$.

En effet, les quantités offertes sur le marché diminuent du fait de l'augmentation du prix de rétrocession. Le *welfare* est donc impacté négativement par cette baisse de l'offre sur le marché.

Conclusion 8 *Pour un OH efficace,* $uK_o \in \left[0, \frac{1}{9}\right]$, *l'équilibre* $r^* = 0$ *maximise le welfare et permet à l'OH de réaliser des profits positifs. Pour un OH inefficace,* $uK_o \in]\frac{1}{9}, \frac{1}{4}]$, *l'équilibre* r_2^* *est un équilibre de second rang car* *il permet de maximiser le welfare sous contrainte de laisser un profit nul à l'OH.*

7.6 Annexe 6 : Introduction d'une alternative d'approvisionnement

7.6.1 Annexe 6.1 : Concurrence sur le marché final

Le *welfare* est croissant avec l'offre du marché aval. En effet, le *welfare* est égal à $W^s = \Pi_o^s + \Pi_e + S_c^s$. Or, $\begin{cases} \Pi_o^s = p^s(q^s)q_o^s - uK_o + r^s K_e^s \\ \Pi_e^s = p^s(q^s)q_e^s - r^s K_e^s - sK_s \\ S_c^s = \frac{1}{2}(q^s)^2 \end{cases}$ donc $W^s = p^s(q^s)q^s - uK_o - sK_s + \frac{1}{2}(q^s)^2$. Nous pouvons déduire de cela que $\frac{\partial W^s}{\partial q^s} = 1 - q^s$. W^s étant concave de maximum $q^{s\max} = 1$, nous sommes dans la partie croissante du *welfare* et donc toute augmentation de l'offre q^s augmente le *welfare*.

Sur le marché final, les profits des deux opérateurs sont ici : $\Pi_i^{fs} = p^s(q^s)q_i^s$, $i = \{e, o\}$. Le concurrent maximise son profit sous contrainte que la quantité trouvée respecte sa contrainte d'approvisionnement : $\underset{q_e^s}{Max}\ \Pi_e^{fs}$ s/c $q_e^s \leq K_e^s + K_s$.

L'OH maximise son profit sans subir de contrainte : $\underset{q_o^s}{Max}\ \Pi_o^{fs}$.

Formons le système qui nous conduira, en utilisant les conditions de Kuhn et Tucker, aux conditions de premier ordre : $\begin{cases} L_e^{fs} = p^s(q^s)q_e^s + \lambda_e^s(q_e^s - K_e^s - K_s) \\ \Pi_o^{fs} = p^s(q^s)q_o^s \end{cases}$.

Les conditions de premier ordre nous donnent le système suivant : $\begin{cases} \frac{\partial L^{fs}}{\partial q_e} = -2q_e^s + 1 - q_o^s - \lambda_e^s = 0 \\ \frac{\partial \Pi_o^{fs}}{\partial q_o^s} = -2q_o^s + 1 - q_e^s = 0 \\ \lambda_e^s(q_e^s - K_e^s - K_s) = 0 \end{cases}$. Les conditions de second ordre sont toujours vérifiées ($\frac{\partial^2 L_e^{fs}}{\partial q_e^{s2}} = -2$, $\frac{\partial^2 \Pi_o^{fs}}{\partial q_o^{s2}} = -2$). De plus, le lagrangien étant concave et les contraintes linéaires, nous sommes dans le cas convexe.

Si la contrainte est libre, alors $q_e^s < K_e^s - K_s$ et $\lambda_e^s = 0$. Les solutions sont donc celles du système $\begin{cases} -2q_e^s + 1 - q_o^s = 0 \\ -2q_o^s + 1 - q_e^s = 0 \end{cases}$, c'est-à-dire $\begin{cases} q_e^{s*} = \frac{1}{3} \\ q_o^{s*} = \frac{1}{3} \end{cases}$. Nous remarquons que, pour que la contrainte soit vérifiée, il faut que $K_e^s + K_s > \frac{1}{3}$.

Si la contrainte est saturée, nous savons alors que $q_e^{s*} = K_e^s + K_s$ et donc que $\lambda_e^{s*} \geq 0$ pour que le point trouvé soit solution. La résolution du système $\begin{cases} -2(K_e^s + K_s) + 1 - q_o^s - \lambda_e^s = 0 \\ -2q_o^s + 1 - K_e^s - K_s = 0 \end{cases}$, nous donne $\begin{cases} q_o^{s*} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}(K_e^s + K_s) \\ \lambda_e^{s*} = -\frac{3}{2}(K_e^s + K_s) + \frac{1}{2} \end{cases}$. Nous voyons apparaître deux conditions pour que ce point soit solution. La première est que $q_o^{s*} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}(K_e^s + K_s) > 0 \Longleftrightarrow K_e^s < 1$. La seconde est que $\lambda_e^{s*} = -\frac{3}{2}(K_e^s + K_s) + \frac{1}{2} \geq 0 \Longleftrightarrow (K_e^s + K_s) \leq \frac{1}{3}$. Il faut donc, pour avoir ce point comme solution, que $(K_e^s + K_s) \leq \frac{1}{3}$.

Si $(K_e^s + K_s) = \frac{1}{3}$, alors $\lambda_e^{s*} = 0$. Les conditions de second ordre nous permettent de conclure que le point est un équilibre. Ce point est le même que l'équilibre précédent, à savoir $\begin{cases} q_e^{s*} = \frac{1}{3} \\ q_o^{s*} = \frac{1}{3} \end{cases}$. En ce point, la contrainte est active. Cependant, compte tenu du programme résolu par les opérateurs, ils désiraient se trouver en ce point. Donc, même si la contrainte est active, elle n'est pas contraignante pour eux.

7.6.2 Annexe 6.2 : Choix des stratégies d'approvisionnement

L'OH enlève K_o au coût u. Son profit sera $\Pi_o^s = p^s(q^s)q_o^s - uK_o + r^sK_e^s$.

Le concurrent maximise son profit par rapport à K_e^s et K_s. Son programme est $\underset{K_e^s}{Max}\ \Pi_e^s = p^s(q^s)q_e^s - r^sK_e^s - sK_s$ s/c $\begin{cases} K_e^s \leq \alpha^s K_o & (\mu_e^s) \\ K_s \leq K & (\mu_s^s) \end{cases}$.

Le lagrangien associé au problème est : $L_e^s = p^s(q^s)q_e^s - rK_e - sK_s + \mu_e(\alpha K_o - K_e) + \mu_s(K - K_s)$.

Le concurrent choisit son niveau d'approvisionnement en maximisant son profit par rapport à K_e^s et K_s. Son programme est :

$$\underset{\{K_e^s, K_s\}}{Max}\, \Pi_e^s = p^s(q^s)q_o^s - r^s K_e^s - sK_s$$
$$s/c \left\{ \begin{array}{ll} K_e^s \leq \alpha K_o & (\mu_e^s) \\ K_s \leq K & (\mu_s^s) \end{array} \right.$$

Le lagrangien associé au problème est : $L_e^s = p^s(q^s)q_o^s - r^s K_e^s - sK_s + \mu_e^s(\alpha K_o - K_e^s) + \mu_s^s(K - K_s)$.

Les conditions de premier ordre sont :

$$\left\{ \begin{array}{c} \frac{dL_e^s}{dK_e^s} = 0 \\ \frac{dL_e^s}{dK_s} = 0 \\ \mu_e^s(\alpha K_o - K_e^s) = 0 \\ \mu_s^s(K - K_s) = 0 \end{array} \right.$$

L'équilibre 1s du sous-jeu précédent est impossible car il conduit à des multiplicateurs négatifs.

Les conditions de premier ordre nous permettent de trouver des stratégies optimales dans le cas de l'équilibre 2s du sous-jeu précédent. Les conditions de second ordre sont vérifiées, ce qui nous assure que les extrema trouvés seront bien des maxima. L'équilibre 2s nous conduit à : $L_e^s = (\frac{1}{2} - \frac{1}{2}(K_e^s + K_s))(K_e^s + K_s) - r^s K_e^s - sK_s + \mu_e^s(\alpha^s K_o - K_e^s) + \mu_s^s(K - K_s)$

Les conditions de premiers ordre sont :

$$\left\{ \begin{array}{c} \frac{dL_e^s}{dK_e^s} = 0 \\ \frac{dL_e^s}{dK_s} = 0 \\ \mu_e^s(\alpha^s K_o - K_e^s) = 0 \\ \mu_s^s(K - K_s) = 0 \end{array} \right. \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{c} \frac{1}{2} - K_e^s - K_s - r^s - \mu_e^s = 0 \\ \frac{1}{2} - K_e^s - K_s - s - \mu_s^s = 0 \\ \mu_e^s(\alpha^s K_o - K_e^s) = 0 \\ \mu_s^s(K - K_s) = 0 \end{array} \right.$$

Lorsque la contrainte de RA et celles de la source alternative sont libres, les conditions de premier ordre nous donnent une solution si et seulement si $r^s = s$. Si $r^s = s$, alors le concurrent achète indifféremment auprès des deux sources une quantité globale $K_e^s + K_s = \frac{1}{2} - r^s$. Il n'achète pas toutes les quantités mises à sa disposition entre les deux sources. Les quantités totales vendues sont $q^{s*} = \frac{3}{4} - \frac{1}{2}r^s$.

Lorsque seule la contrainte de l'approvisionnement alternatif est saturée, alors les conditions de premier ordre $\begin{cases} \frac{1}{2} - K_e^s - K - r^s = 0 \\ \frac{1}{2} - K_e^s - K - s - \mu_s^s = 0 \end{cases}$ nous permettent de calculer $K_e^s = \frac{1}{2} - K - r^s$ et $\mu_s^{s*} = -s + r^s$. Les quantités totales mises sur le marché sont $q^{s*} = \frac{3}{4} - \frac{1}{2}r^s$. Nous voyons que ce cas englobe celui où les deux prix sont identiques, c'est-à-dire lorsque $r^s = s$. Cet équilibre est valable pour $r^s \geq s$. Lorsque le prix de rétrocession est plus élevé que celui de l'approvisionnement alternatif, alors le concurrent achète la totalité disponible sur le marché et le complément auprès de la rétrocession pour pouvoir vendre sa quantité Cournot.

Lorsque seule la contrainte d'approvisionnement par la RA est saturée, alors les conditions de premier ordre $\begin{cases} \frac{1}{2} - \alpha^s K_o - K_s - r^s - \mu_e^s = 0 \\ \frac{1}{2} - \alpha^s K_o - K_s - s = 0 \end{cases}$ nous permettent de calculer un nouvel équilibre tel que $K_s = \frac{1}{2} - \alpha^s K_o - s$ et $\mu_e^{s*} = s - r^s$. La quantité totale mise sur le marché est donc $q^{s*} = \frac{3}{4} - \frac{1}{2}s$. Lorsque le prix de la source alternative est supérieur au prix de rétrocession, alors le concurrent achète la totalité des quantités rétrocédées et le complément de sa quantité Cournot auprès de la source alternative. Cet équilibre contient également celui où $r^s = s$.

Lorsque $r^s = s$, le concurrent va saturer l'une de ses deux sources d'approvisionnement et acheter le complément pour jouer Cournot sur l'autre source d'approvisionnement.

Lorsque ces deux contraintes sont saturées, les conditions de premier ordre $\begin{cases} \frac{1}{2} - \alpha^s K_o - K - r^s - \mu_e^s = 0 \\ \frac{1}{2} - \alpha^s K_o - K - s - \mu_s^s = 0 \end{cases}$ déterminent les multiplicateurs associés qui sont $\begin{cases} \mu_e^{s*} = \frac{1}{2} - \alpha^s K_o - K - r^s \\ \mu_s^{s*} = \frac{1}{2} - \alpha^s K_o - K - s \end{cases}$. Le concurrent achète toutes les quantités

mises à sa disposition. Les deux multiplicateurs doivent être positifs, ce qui nous donne les deux conditions suivantes à respecter $\begin{cases} \alpha^s K_o + K < \frac{1}{2} - r^s \\ \alpha^s K_o + K < \frac{1}{2} - s \end{cases}$.
Ces conditions s'interprètent facilement. Lorsque les approvisionnements disponibles pour le concurrent sont inférieurs à la quantité qu'il aurait désiré jouer soit lorsque le prix pratiqué sur le marché *spot* est inférieur à celui de la rétrocession (c'est-à-dire à la quantité $q^{s*} = \frac{1}{2} - s$), soit lorsque le prix de rétrocession est inférieur à celui du *spot* (c'est-à-dire à la quantité $q^{s*} = \frac{1}{2} - r^s$), alors le concurrent achète toutes les quantités qui lui sont disponibles. La quantité totale mise sur le marché est alors $q^{s*} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}(\alpha^s K_o + K)$.

Finalement, trois équilibres en sous-jeu sont atteignables :

	Equilibre 1	**Equilibre 2**	**Equilibre 3**
	2 saturées	K saturée	RA saturée
q_e^{s*}	$(\alpha^s K_o + K)$	$\frac{1}{2} - r^s$	$\frac{1}{2} - s$
q_o^{s*}	$\frac{1}{2} - \frac{1}{2}(\alpha^s K_o + K)$	$\frac{1}{4} + \frac{1}{2}r^s$	$\frac{1}{4} + \frac{1}{2}s$
q^{s*}	$\frac{1}{2} + \frac{1}{2}(\alpha^s K_o + K)$	$\frac{3}{4} - \frac{1}{2}r^s$	$\frac{3}{4} - \frac{1}{2}s$
$p^s(q^{s*})$	$\frac{1}{2} - \frac{1}{2}(\alpha^s K_o + K)$	$\frac{1}{4} + \frac{1}{2}r^s$	$\frac{1}{4} + \frac{1}{2}s$
K_e^{s*}	$\alpha^s K_o$	$\frac{1}{2} - K - r^s$	αK_o
K_s^*	K	K	$\frac{1}{2} - \alpha K_o - s$
λ_e^{F*}	$-\frac{3}{2}(\alpha^s K_o + K) + \frac{1}{2}$	$-\frac{1}{4} + \frac{3}{2}r^s$	$-\frac{1}{4} + \frac{3}{2}s$
μ_e^{s*}	$\frac{1}{2} - \alpha^s K_o - K - r$	0	$s - r^s$
μ_s^{s*}	$\frac{1}{2} - \alpha^s K_o - K - s$	$-s + r^s$	0
Condition d'existence de l'équilibre	$(\alpha^s K_o + K) < \frac{1}{2} - r^s$ $(\alpha^s K_o + K) \leq \frac{1}{3}$ $(\alpha^s K_o + K) < \frac{1}{2} - s$	$\frac{1}{6} \leq r^s < \frac{1}{2}$ $r^s \geq s$	$\frac{1}{6} \leq s < \frac{1}{2}$ $r^s \leq s$

7.6.3 Annexe 6.3 : Politique de régulation adoptée

Le *welfare* est égal à $W^s = \Pi_o^s + \Pi_e^s + S_c^s = p^s(q^s)q^s - uK_o - sK_s + \frac{1}{2}(q^s)^2 = (1 - q^s)q^s - uK_o - sK_s + \frac{1}{2}(q^s)^2$

$\frac{d(W^s)}{dq^s} = 1 - q^s > 0$ pour $1 > q^s$ ce qui est toujours notre cas dans les équilibres que nous avons.

$$\underset{\{\alpha^s,r^s\}}{Max}\, W^s \Rightarrow \begin{cases} \frac{dW^s}{d\alpha^s} = 0 \\ \frac{dW^s}{dr^s} = 0 \end{cases} \text{ s/c } \Pi_o^{As} \geq 0$$

La politique de RA optimale se devra de permettre l'atteinte des équilibres en sous-jeu calculés lors de l'étape précédente. En effet, toute politique de régulation différente conduira à des états instables, chaque opérateur étant incité à dévier pour jouer sa fonction de réaction. De même, le concurrent n'achètera pas de capacités excédentaires. Les équilibres seront donc tous tels que la contrainte de RA permettra juste au concurrent de jouer sa stratégie d'équilibre de "Cournot" (Clastres et David, 2009).

***Welfare* de l'équilibre 1 :**

L'expression du *welfare* est $W_1^s = p(q^s)q^s - uK_o^s - sK_s + \frac{1}{2}(q^s)^2$. Comme $q^s < 1$, cette fonction de bien-être est une fonction croissante des quantités offertes sur le marché q^s. Donc, pour maximiser ce *welfare*, le régulateur n'a pas intérêt à réduire ou contraindre les ventes sur le marché final. Il peut choisir une politique de régulation qui augmente les quantités offertes par chaque opérateur. Il n'a aucune incitation à adopter une RA (α^s, r^s) qui soit telle qu'elle contraindra le concurrent si ce dernier n'a pas accès à une autre source compétitive et en quantité suffisante. En conséquence, le régulateur ne choisira pas sa politique de RA de manière à ce que les deux contraintes soient actives. L'hypothèse d'approvisionnements K_o importants permet d'appuyer cette analyse.

***Welfare* de l'équilibre 2 :**

$W_2^s = \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2}r^s\right)\left(\frac{3}{4} - \frac{1}{2}r^s\right) - uK_o - s\left(K\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{3}{4} - \frac{1}{2}r^s\right)^2 = \frac{15}{32} - \frac{1}{8}r^s - \frac{1}{8}(r^s)^2 - uK_o - sK$

$\frac{dW_{2s2}^s}{dr^s} = -\frac{1}{8} - \frac{1}{4}r^s = 0 \Leftrightarrow r^s = -\frac{1}{2}$ impossible donc le régulateur pour $r^s > 0$ est dans la partie décroissante du *welfare*. Il souhaiterait choisir $r^{s*} = 0$, c'est-à-dire un prix égal au coût marginal de l'OH. Or, l'équilibre 2 n'existe que pour $r^{s*} \geq \frac{1}{6}$. Pour cet équilibre, le régulateur choisira donc $r_2^{s*} = \frac{1}{6}$. En effet, s'il choisit $r^{s*} = 0$, le régulateur ne permet plus d'atteindre l'équilibre 2. En effet, l'inégalité $s > r^{s*}$ sera alors vérifiée. Cette inégalité conduit le concurrent à saturer ses approvisionnements par la RA et ensuite à acheter le complément de ses ventes auprès de la source alternative d'approvisionnement. L'équilibre atteint n'est donc plus le 2 mais le 3.

On va toujours se situer sur la partie décroissante du *welfare* en prix de rétrocession. Si le régulateur veut s'assurer d'un profit positif ou nul pour l'OH, alors le prix $r^{s*} = \frac{1}{6}$ n'est plus pour certains cas le prix à pratiquer. En effet, son profit pour r^{s*} sera $\Pi_o^{s*} = \frac{1}{6} - uK_o - \frac{1}{6}K$. Il sera positif pour $uK_o \leq \frac{1}{6} - \frac{1}{6}K$. Pour $uK_o > \frac{1}{6} - \frac{1}{6}K$, le régulateur pourra mettre en place un système de tarification Ramsey-Boîteux pour financer les coûts échoués de l'OH. Toutefois, le *welfare* étant décroissant pour l'équilibre en sous-jeu 2, il choisira toujours le plus petit prix de rétrocession possible pour le maximiser.

La fonction de profit de l'OH s'écrit $\Pi_o^s = (1 - q^s)(q_o^s) - uK_o + r^s(K_e^s) \Leftrightarrow \Pi_o^s = (1 - (\frac{3}{4} - \frac{1}{2}r^s))(\frac{1}{4} + \frac{1}{2}r^s) - uK_o + r^s(\frac{1}{2} - K - r^s) \Leftrightarrow \Pi_o^s = \frac{1}{16} + \frac{3}{4}r^s - \frac{3}{4}{r^s}^2 - uK_o - r^sK$. Cette fonction est concave en r^s et admet comme maximum $r^{s\max} = \frac{1}{2} - \frac{2}{3}K$:

$\frac{d\Pi_o^s}{dr^s} = \frac{d(\frac{1}{16} + \frac{3}{4}r^s - \frac{3}{4}{r^s}^2 - uK_o - r^sK)}{dr^s} = \frac{3}{4} - \frac{3}{2}r^s - K = 0 \Leftrightarrow r^s = \frac{1}{2} - \frac{2}{3}K$. Les conditions de second ordre sont vérifiées : $\frac{d^2\Pi_o^s}{dr^{s2}} = \frac{d^2(\frac{1}{16} + \frac{3}{4}r^s - \frac{3}{4}{r^s}^2 - uK_o - r^sK)}{dr^{s2}} = -\frac{3}{2} < 0$.

Le profit admet deux racines solutions : $\Pi_o^s = \frac{1}{16} + \frac{3}{4}r^s - \frac{3}{4}{r^s}^2 - uK_o - r^sK = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} r_1^{s*} = \frac{1}{2} - \frac{2}{3}K + \frac{1}{3}\sqrt{3 - 6K + 4K^2 - 12uK_o} \\ r_2^{s*} = \frac{1}{2} - \frac{2}{3}K - \frac{1}{3}\sqrt{3 - 6K + 4K^2 - 12uK_o} \end{cases}$.

Ces deux solutions encadrent le maximum de la fonction. Elles sont telles que $r_2^{s*} < r_1^{s*}$; r_2^{s*} se situe dans la partie croissante et r_1^{s*} dans la partie décroissante du profit. Ces deux racines existent si $3 - 6K + 4K^2 - 12uK_o \geq 0 \Leftrightarrow uK_o \leq \frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2$. Cette inégalité est possible puisque $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2$ est toujours strictement positif, ses racines étant des nombres complexes : $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2 = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} K = \frac{3}{4} + \frac{1}{4}i\sqrt{3} \\ K = \frac{3}{4} - \frac{1}{4}i\sqrt{3} \end{cases}$. Ce terme est de plus dans notre intervalle de variation de uK_o, c'est-à-dire $[0, \frac{1}{4}]$.

En effet, $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2 > \frac{1}{4} \Longleftrightarrow \frac{1}{6}K\,(2K - 3) > 0$ si $2K - 3 > 0 \Leftrightarrow K > \frac{3}{2}$.

Pour $K \leq \frac{3}{2}$, $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2$, expression toujours positive, peut appartenir à $\left]0, \frac{1}{4}\right]$. Un polynôme du second degré avec racines complexes est du signe de "a" donc ici positif (la résolution de $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2 = 0$ donne deux solutions complexes : $\frac{1}{4}i\sqrt{3} + \frac{3}{4}, \frac{3}{4} - \frac{1}{4}i\sqrt{3}$). Il peut donc exister un intervalle $\left[\frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2, \frac{1}{4}\right]$ dans lequel le régulateur ne peut adapter sa politique de régulation (α^s, r^s) pour éviter et financer les *stranded costs*.

Le régulateur, pour maximiser le *welfare*, choisira toujours le plus petit prix possible atteignable. Les deux racines existent pour les mêmes conditions de coûts, c'est-à-dire pour $uK_o \leq \frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2$. Par conséquent, $r_2^{s*} < r_1^{s*}$, le régulateur ne choisira jamais r_1^{s*}. Le régulateur va donc choisir le $\max\left\{\frac{1}{6}, r_2^{s*}\right\}$. En effet, s'il choisit le minimum entre ces deux prix, dans le cas où $r_2^{s*} > \frac{1}{6}$, l'OH réalise des pertes pour $[\frac{1}{6}, r_2^{s*}]$ (partie croissante du profit avec $\Pi_o^{s*}(r_2^{s*}) = 0$) donc il va choisir r_2^{s*} pour qu'il réalise un profit au moins nul. En revanche, si $r_2^{s*} < \frac{1}{6}$, alors il va choisir le prix $\frac{1}{6}$ et laissera une rente à l'OH.

La variable duale associée à ce prix r_2^{s*} sera égale à γ_2^{s*}. γ_2^{s*} sera la solution de la condition de premier ordre $-\frac{1}{8} - \frac{1}{4}r_2^{s*} + \gamma_2^{s*}(\frac{3}{4} - \frac{3}{2}r_2^{s*} - K) = 0 \Leftrightarrow \gamma_2^{s*} = \frac{2r_2^{s*}+1}{6-8K-12r_2^{s*}}$. Ce multiplicateur est positif pour un prix de rétrocession inférieur à $\frac{1}{2} - \frac{2}{3}K$. Ce terme nous permet de conclure que lorsque $K \leq \frac{1}{4}$, alors $\frac{1}{2} - \frac{2}{3}K \in [\frac{1}{6}, \frac{1}{2}]$. Il existe donc un intervalle de prix de rétrocession $[\frac{1}{6}, \frac{1}{2} - \frac{2}{3}K]$ pour lequel $\gamma_2^{s*} \geq 0$. r_2^{s*} est donc une solution qui existe et maximise le bien-être. En revanche, $K > \frac{1}{4}$, alors $\frac{1}{2} - \frac{2}{3}K < \frac{1}{6}$ ce qui nous donne $\gamma_2^{s*} < 0$. La solution r_2^{s*} existe mais elle ne permet pas de maximiser le bien-être. Le régulateur ici peut financer les *stranded costs* mais, collectivement, les pertes de l'OH seraient compensées par les gains du concurrent s'approvisionnant à un prix plus faible que r_2^{s*}. Le régulateur, en ne finançant pas les coûts échoués, créerait alors une incitation pour l'OH à sortir du marché aval.

Ce prix r_2^s est toujours inférieur à $\frac{1}{2}$. En revanche, il peut ne pas se situer dans l'intervalle de variation de r qui permet d'atteindre l'équilibre en sous-jeu, $[\frac{1}{6}, \frac{1}{2}]$.

La différence $r_2^s - \frac{1}{6}$ est égale à $\frac{1}{3} - \frac{2}{3}K - \frac{1}{3}\sqrt{3 - 6K + 4K^2 - 12uK_o}$.

Le terme $\frac{1}{3} - \frac{2}{3}K$ ne peut être négatif car cela impliquerait que $\frac{1}{2} < K$ ce qui viole les conditions d'équilibre sur la positivité de K_e^{s*}. Nous serons donc toujours dans le cas $K \leq \frac{1}{2}$, ce qui implique $\frac{1}{3} - \frac{2}{3}K > 0$. Nous pouvons écrire : $\frac{1}{3} - \frac{2}{3}K - \frac{1}{3}\sqrt{3 - 6K + 4K^2 - 12uK_o} > 0 \Leftrightarrow \left(\frac{1}{3} - \frac{2}{3}K\right)^2 > \left(\frac{1}{3}\sqrt{3 - 6K + 4K^2 - 12uK_o}\right)^2$

$\Leftrightarrow \frac{1}{9}(-1 + 2K)^2 - \left(\frac{1}{3} - \frac{2}{3}K + \frac{4}{9}K^2 - \frac{4}{3}uK_o\right) = -\frac{2}{9} + \frac{2}{9}K + \frac{4}{3}uK_o > 0 \Leftrightarrow \frac{1}{6} - \frac{1}{6}K < uK_o$. Les conditions d'existence de r_2^s sont $uK_o \leq \frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2$. Il est nécessaire de vérifier sous quelles conditions $\frac{1}{6} - \frac{1}{6}K < uK_o$ se vérifient aussi. La différence entre les deux termes précédents nous conduit à calculer une racine double : $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2 - \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{6}K\right) = \frac{1}{12} - \frac{1}{3}K + \frac{1}{3}K^2 = 0 \Leftrightarrow K = \frac{1}{2}$. Cette différence est donc toujours positive pour $K \leq \frac{1}{2}$ ce qui nous donne $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2 > \frac{1}{6} - \frac{1}{6}K$. Plusieurs cas sont à envisager pour déterminer l'existence des solutions :

- Si $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2 \geq uK_o > \frac{1}{6} - \frac{1}{6}K$, alors $r_2^{s*} \geq \frac{1}{6}$ et le régulateur choisit r_2^{s*}. Ce prix maximise le *welfare* contraint lorsque $K \leq \frac{1}{4}$, n'est pas une solution de second rang mais permet de financer les coûts échoués de l'OH pour $K > \frac{1}{4}$.
- Si $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2 \geq \frac{1}{6} - \frac{1}{6}K \geq uK_o$, alors $r_2^{s*} \leq \frac{1}{6}$ le régulateur choisit $\frac{1}{6}$ et permet à l'OH de réaliser des profits positifs en raison de l'efficacité de ses conditions d'approvisionnement (u efficace) ou de l'étroitesse du marché (K_o faible).
- Si $uK_o > \frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2$, alors r_2^{s*} n'existe pas. Le régulateur ne peut fixer que $r^{s*} = \frac{1}{6}$ et impose des *stranded costs* à l'OH.

Le régulateur choisit une proportion α^s telle que le concurrent ne soit pas contraint : $(\alpha^{s*}K_o + K) = \frac{1}{2} - r^{s*}$ soit vérifiée, c'est-à-dire $(\alpha^{s*}K_o + K) = \frac{1}{2} - r \Leftrightarrow \alpha^{s*} = \frac{1}{2}\frac{1-2r^{s*}-2K}{K_o}$. Cette proportion est comprise dans l'intervalle $[0, 1]$ car elle est :

- positive pour $K_e^{s*} > 0$: $\alpha^{s*} > 0 \Leftrightarrow \frac{1}{2}\frac{1-2r^s-2K}{K_o} > 0 \Leftrightarrow 1 - 2r^s - 2K > 0 \Leftrightarrow \frac{1}{2} - K - r^s > 0 \Leftrightarrow K_e^{s*} > 0$;

- inférieure à 1 pour $r^s > \frac{1}{2} - K - K_o$: $\frac{1}{2}\frac{1-2r^s-2K}{K_o} < 1 \Leftrightarrow -\frac{1}{2}\frac{-1+2r^s+2K+2K_o}{K_o} < 0 \Leftrightarrow -1 + 2r^s + 2K + 2K_o > 0 \Leftrightarrow \frac{1}{2} - K - K_o < r^s$. Or on sait que

$(\alpha^s K_o + K) \geq \frac{1}{2} - r^s$ pour cet équilibre donc $\frac{1}{2} - K - K_o < r^s$ est toujours le cas puisque $\alpha^s K_o < K_o$.

Si le régulateur choisit $r^{s*} = \frac{1}{6}$, alors $\frac{1}{2}\frac{1-2\frac{1}{6}-2K}{K_o} = -\frac{1}{12}\frac{7+12K}{K_o} < 0$ donc il peut choisir une proportion $\alpha^s \in [0,1]$. Si le régulateur choisit $r^{s*} = r_2^{s*}$, alors il choisira une proportion $\alpha^{s*} = \frac{1}{3}\frac{\sqrt{3-6K+4K^2-12uK_o}-K}{K_o}$.

Pour que le mécanisme de rétrocession soit efficace, le concurrent doit réaliser des profits positifs $\Leftrightarrow \Pi_e^{s*} = p^{s*}(q_o^{s*})q_e^{s*} - r^{s*}K_e^{s*} - sK_s^* > 0$. L'expression développée nous donne $\Pi_e^{s*} = (\frac{1}{2} - r^{s*})(\frac{1}{4} + \frac{1}{2}r^{s*}) - (\frac{1}{2}r^{s*} - Kr^{s*} + Ks - r^{s*2}) \Leftrightarrow \Pi_e^{s*} = Kr^{s*} - \frac{1}{2}r^{s*} - Ks + \frac{1}{2}r^{s*2} + \frac{1}{8}$. La dérivée du profit du concurrent Π_e^{s*} est décroissante par rapport au prix de rétrocession. Les limites aux bornes de l'intervalle de variation du prix de rétrocession nous indiquent que ce profit est toujours positif pour un prix de rétrocession $r^{s*} \in [\frac{1}{6}, \frac{1}{2}]$. La RA atteint donc là également son objectif, c'est-à-dire de rendre actif le concurrent. Le concurrent achète toute la capacité qu'il peut sur le marché alternatif moins coûteux. Le régulateur fixe ensuite un prix de rétrocession de manière à ce que le concurrent puisse acheter le complément de son offre à un coût le plus efficace possible, tout en finançant les *stranded costs.*

Conclusion 9 *Lorsque $uK_o > \frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2$, alors le régulateur fixe $r^{s*} = \frac{1}{6}$ et impose des stranded costs à l'OH. Lorsque $uK_o \leq \frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2$ et $\frac{1}{6} - \frac{1}{6}K \geq uK_o$, alors le régulateur choisit $r^{s*} = \frac{1}{6}$ mais cette fois-ci laisse une rente à l'OH car il est efficace. Le régulateur maximise le welfare tout en permettant à l'OH de réaliser des profits positifs. Lorsque $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}K + \frac{1}{3}K^2 \geq uK_o > \frac{1}{6} - \frac{1}{6}K$, alors le régulateur fixe un prix $r^{s*} = r_2^{s*}$. Cette solution est une solution de second rang lorsque $K \leq \frac{1}{4}$, ne maximise pas le welfare contraint mais finance les coûts échoués pour $K > \frac{1}{4}$. Il choisit une proportion α^{s*} telle que $\alpha^{s*} = \frac{1}{3}\frac{\sqrt{3-6K+4K^2-12uK_o}-K}{K_o}$.*

Welfare **de l'équilibre 3 :**

La fonction de bien-être est ici indépendante du prix de rétrocession, la contrainte de régulation asymétrique étant saturée : $W_{2s3}^s = \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2}s\right)\left(\frac{3}{4} - \frac{1}{2}s\right) -$

$uK_o - s\left(\frac{1}{2} - \alpha K_o - s\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{3}{4} - \frac{1}{2}s\right)^2 = \frac{15}{32} - \frac{5}{8}s + \frac{7}{8}s^2 - uK_o + s\alpha^s K_o$. C'est une fonction croissante en quantités rétrocédée : $\frac{dW^s_{2s3}}{d\alpha^s} = sK_o = 0$ donc le *welfare* est croissant en α^s.

La condition de positivité sur les approvisionnements K_s^* nous permet de déterminer une condition sur la proportion rétrocédée α^s : $K_s \geq 0 \Leftrightarrow \frac{1-2s}{2K_o} \geq \alpha$. Le *welfare* étant croissant en α, le régulateur sera incité à fixer $\frac{1-2s}{2K_o} = \alpha^{s*}$. Fixer cette proportion est possible car

$\alpha^{s*}K_o < K_o \Leftrightarrow \frac{1-2s}{2} < K_o \Leftrightarrow q_e^{s*} < K_o$ ce qui est toujours vérifié. En fixant cette proportion, le régulateur permet au concurrent de s'approvisionner à la source la moins chère, c'est-à-dire auprès de la RA : $K_s^* = 0$ et $q_e^{s*} = \alpha^{s*}K_o$.Sans tenir compte des profits de l'OH, le régulateur peut fixer un prix de rétrocession respectant $r^s \leq s$. Dans ce cas, fixer un prix de rétrocession au coût marginal de l'OH est possible. Cependant, comme dans les équilibres précédents, l'OH est susceptible d'encourir des coûts échoués que le régulateur est incité à financer pour éviter la monopolisation de l'activité. Le prix de rétrocession peut donc être une solution de second rang, vérifiant $\Pi_o^s = 0 \Leftrightarrow \Pi_o^s = (\frac{1}{4}+\frac{1}{2}s)(\frac{1}{4}+\frac{1}{2}s) - uK_o + r^s(\frac{1-2s}{K_o}K_o) = r^s + \frac{1}{4}s - uK_o - 2r^s s + \frac{1}{4}s^2 + \frac{1}{16}$.

Les profits de l'OH sont croissants envers ce prix : $\frac{d\Pi_o^s}{dr^s} = 1 - 2s > 0$ pour $s < \frac{1}{2}$ ce qui est toujours vérifié donc Π_o^s croissant en r^s.

Le profit est ici une fonction du premier degré du prix de rétrocession. Le seul prix de rétrocession qui permet d'atteindre un profit nul sera : $\Pi_o^s = r^s + \frac{1}{4}s - uK_o - 2r^s s + \frac{1}{4}s^2 + \frac{1}{16} = 0 \Leftrightarrow 16r^s - 32r^s s = -4s + 16uK_o - 4s^2 - 1 \Leftrightarrow r_3^{s*} = \frac{-4s+16uK_o-4s^2-1}{16-32s}$. Ce prix est du signe de $-4s + 16uK_o - 4s^2 - 1 = 0$ car $s < \frac{1}{2}$. Ce terme dispose de deux racines : $-4s + 16uK_o - 4s^2 - 1 = 0 \Leftrightarrow$

$$\begin{cases} s_1 = 2\sqrt{uK_o} - \frac{1}{2} \\ s_2 = -2\sqrt{uK_o} - \frac{1}{2} \end{cases}.$$

La racine s_2 est toujours négative. La racine s_1 est positive si $2\sqrt{uK_o} - \frac{1}{2} > 0 \Leftrightarrow uK_o > \frac{1}{16}$. Viennent alors plusieurs cas de discussion :

- Si $uK_o > \frac{1}{16}$, alors s_1 est positive. Si $s \in [0, s_1]$ alors $r_3^{s*} > 0$. Si $s \in \left[s_1, \frac{1}{2}\right]$ alors $r_3^{s*} < 0$.
- Si $uK_o \leq \frac{1}{16}$, alors s_1 est négative et pour $s > 0$ alors $r_3^{s*} < 0$.

– Pour $uK_o > \frac{1}{16}$, alors s_1 doit être $< \frac{1}{2}$ pour être à l'équilibre : $s_1 - \frac{1}{2} < 0 \Leftrightarrow uK_o < \frac{1}{4}$.

Cette solution r_3^{s*} n'est possible que si $uK_o > \frac{1}{16}$ avec $s \in [0, s_1]$. Sinon, le régulateur pratique un prix tel que $\Pi_o^s > 0$ avec $\Pi_e^s > 0$. En effet, les conditions d'approvisionnement de l'OH sont efficaces ou son marché réduit ce qui lui permet de réaliser des profits positifs. Le régulateur peut pratiquer $r^{s*} = u$ ou égal au coût marginal d'approvisionnement.

Il faut que r_3^{s*} soit inférieur à s pour que l'équilibre soit possible. La différence $r_3^{s*} - s = \frac{-4s+16uK_o-4s^2-1}{16-32s} - s = -\frac{1}{32s-16}\left(28s^2 - 20s + 16uK_o - 1\right)$ est du signe de $28s^2 - 20s + 16uK_o - 1$. Ce terme dispose de deux racines $\begin{cases} s_3 = \frac{2}{7}\sqrt{2-7uK_o} + \frac{5}{14} \\ s_4 = \frac{5}{14} - \frac{2}{7}\sqrt{2-7uK_o} \end{cases}$.

La racine s_3 est toujours positive, $s_3 = \frac{2}{7}\sqrt{2-7uK_o} + \frac{5}{14} > 0 \Leftrightarrow \frac{2}{7}\sqrt{2-7uK_o} > -\frac{5}{14}$, mais toujours supérieure à la borne supérieure de notre intervalle de variation de s, c'est-à-dire supérieure à $\frac{1}{2}$: $s_3 - \frac{1}{2} > 0$ car $uK_o > \frac{1}{4}$.

La racine $s_4 = \frac{5}{14} - \frac{2}{7}\sqrt{2-7uK_o}$ est positive pour $\frac{1}{16} < uK_o$ et toujours dans notre intervalle d'étude car inférieure à $\frac{1}{2}$:$s_4 - \frac{1}{2} < 0 \Leftrightarrow \frac{5}{14} - \frac{2}{7}\sqrt{2-7uK_o} - \frac{1}{2} = -\frac{2}{7}\sqrt{2-7uK_o} - \frac{1}{7} < 0$. Donc pour $s \in [s_4, \frac{1}{2}]$, $r_3^{s*} \leq s$ donc l'équilibre peut être atteint. Sinon, $r_3^{s*} > s$ et l'équilibre ne peut être atteint.

Conclusion 10 *Si $uK_o \leq \frac{1}{16}$, alors le régulateur peut imposer un prix de rétrocession égal au coût marginal de l'OH car son profit est toujours positif puisqu'il est efficace. Tout prix supérieur tel que $r^s < s$ ne fait que transférer du profit du concurrent vers l'OH.*

Si $\frac{1}{16} < uK_o \leq \frac{1}{4}$,alors r_3^{s*} est choisi si $s \in \left[s_4, \frac{1}{2}\right]$; le profit de l'OH est nul. Sinon, il n'existe pas de prix $r^s < s$ qui permet à l'OH de réaliser des profits positifs donc cet équilibre est impossible. L'équilibre 2 sera atteint.